UNIVERSITÉ DE PARIS V
FACULTÉ DE MÉDECINE COCHIN PORT-ROYAL

51

Année 1973 N°

THESE

Pour le

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'État)

par

ABDELALI BOUCHAREB
Né le 3 Mai 1943 à SEFROU (Maroc)

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 1973

APPORT DU STRONTIUM 87m DANS LE DIAGNOSTIC DES SPONDYLODISCITES INFECTIEUSES.

Président : Monsieur DELBARRE, Professeur.

UNIVERSITÉ DE PARIS V
FACULTÉ DE MÉDECINE COCHIN PORT-ROYAL

Année 1973 N°

THESE

Pour le

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'État)

par

ABDELALI BOUCHAREB
Né le 3 Mai 1943 à SEFROU (Maroc)

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 1973

APPORT DU STRONTIUM 87m DANS LE DIAGNOSTIC DES SPONDYLODISCITES INFECTIEUSES.

Président : Monsieur DELBARRE, Professeur.

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

A mon Président de Thèse,

Monsieur le Professeur DELBARRE,
Doyen de la Faculté de Médecine COCHIN-PORT-ROYAL

Qui m'a fait le grand honneur d'accepter la Présidence de cette thèse,

Qu'il veuille bien trouver ici l'expression de mon admiration et de ma profonde reconnaissance.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548009_0002

A Monsieur le Professeur Agrégé AMOR

Vous m'avez fait profiter de votre excellent enseignement et de votre vaste expérience dans le domaine de la Rhumatologie.
Votre esprit critique et vos connaissances étendues ont toujours suscité mon admiration.

Je suis heureux que ce travail puisse vous prouver ma sincère reconnaissance.

Au Docteur RONDIER

Assistant Chef de Clinique

qui a bien voulu m'inspirer le sujet de cett
thèse et dont les précieux conseils et la
compréhension à mon égard m'ont facilité sor
élaboration,
en témoignage de ma profonde gratitude.

Au Docteur BOE

Assistant Chef de Clinique au Service des Isotopes
de l'Institut GUSTAVE-ROUSSY

pour l'aide qu'il a bien voulu m'apporter da
la présentation de ce travail.

A tous mes professeurs de la Faculté de RABAT

A tous mes professeurs de la Faculté de COCHIN et leurs assistants

Pour l'enseignement de tous les jours qu'ils m'ont prodigué.

A tous mes amis,

A tous mes camarades de Fa culté.

A ma mère,

A mon père,

A ma fiancée Brigitte,

A mes frères et soeurs,

A toute ma famille,

En témoignage de ma profonde gratitude.

P L A N

I - INTRODUCTION

II - LA SCINTIGRAPHIE OSSEUSE PAR LES RADIOELEMENTS (rappel) 2

1) Critères de choix des radioisotopes en pathologie osseuse 2

2) Historique 4

3) Le strontium

A) Rappel physiologique 8

B) Métabolisme du strontium 10

C) Bases physiologique et anatomopathologique du test 14

1° Bases physiologiques

2° Bases anatomopathologiques

D) Les isotopes du strontium 18

1° Le strontium 85

2° Le strontium 87 m

4) Les autres isotopes 22

A) Le F 18

B) Divers.

III - TRAVAIL PERSONNEL

1) Matériel et méthodes

A) Choix des malades 25

B) Préparatifs de l'examen 26

C) Réalisation de l'examen 26

1° La scintigraphie 28

2° Les profils de niveaux 29

3° Les traitements numériques 30

2) Les observations 33

3) Analyse des résultats 68

IV - COMMENTAIRES 72

V - CONCLUSION 79

VI - BIBLIOGRAPHIE

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Reconnaître l'existence d'une spondylodiscite infectieuse est en règle relativement facile, mais ce problème offre tout de même quelques difficultés dans un certain nombre de cas : on hésite parfois à affirmer la réalité d'une spondylodiscite infectieuse très récente et dont l'image radiologique n'est pas encore assez typique ; par ailleurs, un certain nombre d'affections disco-vertébrales inflammatoires ou dégénératives telles qu'une épiphysite vertébrale ou qu'une discarthrose pseudopottique peuvent simuler d'assez près une infection rachidienne imposant même dans quelques rares cas particulièrement difficiles une biopsie pour ne pas risquer de laisser évoluer une spondylodiscite bactérienne.

La scintigraphie osseuse par les radioéléments met en évidence sous la forme d'un foyer d'hyper-fixation la plupart des lésions osseuses au sein ou à la périphérie desquelles se produisent des phénomènes d'hyperostéoblastose, ce qui est le cas dans les ostéites ou les ostéoarthrites infectieuses.

Toutefois, les données de cet examen chez les malades atteints de spondylodiscites infectieuses n'ont fait jusqu'à présent l'objet que de très rares travaux. Il nous a donc paru intéressant de préciser dans quelles mesures la scintigraphie est susceptible dans les cas difficiles d'étayer ce diagnostic et de renseigner quant à l'évolution de l'infection, puisque cette exploration n'implique ni désagrément pour le malade, ni risque sérieux depuis l'avènement de traceurs radioactifs à période courte.

LA SCINTIGRAPHIE OSSEUSE PAR LES RADIOELEMENTS (RAPPEL)

LA SCINTIGRAPHIE OSSEUSE PAR LES RADIOELEMENTS

(RAPPEL)

Les explorations utilisées en pathologie osseuse jusqu'à la dernière décade étaient de deux types :

- Les examens chimiques au niveau du sang et des urines (calcium, phosphore, phosphatases, hydroxyproline, bilan calcique...) perturbés plus ou moins tardivement, manquant de spécificité et ne permettant pas de localiser la lésion en cause.

- Les examens radiographiques qui occupent encore une place irremplaçable. Malheureusement, une géode doit avoir au moins 1,5 cm de diamètre et une perte d'un minimum de 30 à 50 % de calcium osseux pour qu'elle soit visible sur les radiographies standards (3) (32). Comme le siège classique des néoplasies osseuses, et des ostéites est au niveau du tissu spongieux, l'importance du problème est claire. Il était donc normal que l'attention se soit éventuellement tournée vers les traceurs isotopiques comme agents sensibles pour évaluer les remaniements de l'os pathologique.

.../...

1) Critères de choix des radioisotopes en pathologie osseuse

Pour être utilisable en pathologie osseuse, un radio-élément doit répondre à certaines exigences afin de permettre l'épreuve diagnostique dans les meilleurs conditions de détection et de protection du patient et du malade.

a) - Le traceur doit être électivement localisé au niveau du tissu osseux aussi bien normal que pathologique. Dans ce dernier cas, l'hyperfixation peut être expliquée :

- Soit par une vascularisation de la zone atteinte, très supérieure à celle des zones voisines,

- Soit parce qu'il existe une région d'activité physiologique supérieure à celle du tissu osseux normal voisin (hyperactivité ostéoblastique).

b) - Il doit être détectable dans de bonnes conditions. Les meilleurs émetteu sont les gamma d'énergie moyenne (48) : 0,1 à 0,5 MeV. En effet, un émet teur gamma trop faible a un rendement de comptage médiocre ; un gamma trop élevé sera difficile à collimater car une partie des photons puissants traverseront les parois du plomb du collimateur et gêneront la loc lisation précise.

c) - L'activité doit être suffisante, aussi élevée que possible, mais sans tr de risque pour le receveur. Cela implique l'utilisation d'isotopes à période effective courte (temps au terme duquel l'isotope perd 50 % de sa radio-activité), soit du fait de leur période physique courte, soit parc que leur période biologique est courte.

.../...

Les isotopes à période physique trop courte sont peu utilisables car non stockables (à produire dans les heures qui précèdent le test, ce qui implique la proximité du centre de production). Cette difficulté a été tournée par les "vaches" qu'on peut conserver plusieurs jours et "traire" à la demande pour récupérer le descendant à courte période.

d) Enfin, son prix de revient ne doit pas être excessif.

Il semble improbable de pouvoir rencontrer toutes ces conditions, mais les radioisotopes utilisés jusqu'à nos jours en scintigraphie osseuse ont été loin de l'idéal.

2) Historique :

L'élément idéal pour étudier les aspects du métabolisme osseux à long terme et à court terme serait évidemment le radioélément du calcium. Les premiers travaux ont été réalisés par TREADWELL et coll (55) en 1942 qui ont mis en évidence, dans des tumeurs osseuses, du calcium 45. Cet isotope, facile à obtenir, est un émetteur bêta difficilement détectable à la surface du corps. Son utilisation se limite actuellement à l'étude du bilan calcique. Seul le calcium 47 émet des rayons gamma lors de sa désintégration (7). Leur énergie est malheureusement trop élevée (1,31 MeV). Leur détection nécessite des systèmes lourds et onéreux tel que le scintigraphe à haute énergie gamma de LAUGHLIN, KENNY, COREY, GREENBERG et NEBER (1964). De plus, il entraine une irradiation élevée de l'organisme.

.../...

Il a donc été nécessaire de se tourner vers des isotopes dont le métabolisme se rapproche de celui du calcium et qui sont plus facilement utilisables. Le gallium a été l'un des premiers utilisés : en 1950, le seul isotope fabriqué était le gallium 72 de période 14,3 h et d'émission mixte d'énergie élevée. Dès 1953, BRUNNER publiait les données préliminaires sur l'utilisation de Ga 67 que seuls des cyclotrons puissants permettaient d'obtenir. Cet isotope de période de 3,2 j et d'énergie gamma de 0,2 MeV a permis d'obtenir des résultats encourageants (21). Des tests positifs pour des tumeurs osseuses ont été aussi obtenus par l'utilisation du gallium 68 (29).

Un autre élément qui a un certain intérêt dans la scintigraphie osseuse est le barium. BAUER (1957) a fait des études de traceurs sur l'homme avec le barium 140 et a montré qu'il n'y a pas de différence fondamentale avec le calcium. MAC DONALD (1958) a utilisé le Ba 140 pour la scintigraphie des fractures chez les lapins par comptage externe et a montré que cette molécule peut être utilisée en scintigraphie ; mais le Ba 139 avec une demi-vie de 85 minutes et une prédominance de rayons gamma de 166 KeV offre la possibilité d'une scintigraphie osseuse avec une faible énergie. Actuellement, on étudie le Ba ^{131} qui semble présenter certains avantages.

En fait, l'exploration du squelette par les traceurs radioactifs est entrée dans sa phase décisive avec la production des isotopes 85 et 87 m du strontium (sur les caractéristiques desquels nous reviendrons) et du F 18. Le Tableau I montre les propriétés des principaux isotopes utilisés. Bien que TREADWELL ait employé pour la première fois le radiostrontium dans un cas de métastase osseuse d'un cancer pulmonaire, l'impulsion pour les scintigraphies osseuses a été donnée par BAUER et WENDEBERG (6) en 1959, lorsqu'ils ont étudié la répartition du Ca 47 et du Sr 85 dans une variété de lésions osseuses telles

.../...

T A B L E A U I

I S O T O P E S	47Ca	85Sr	87mSr	I8F	I39Ba
Energie gamma en MeV	I, 3I	0, 5I	0, 39	0, 50	0, I6
Photons par désintégrations	0, 77	I, 00	0, 79	I, 94	0, 2I
Période	4, 7j	65j	2, 8h	I, 9h	I, 4h
Dose recommandée en mCi	0, I0	0, 07	3	2	0, 3
Temps d'attente pour le scanning après administration	3 à7j	7j	Ih	Ih	Ih
Dose d'irradiation au niveau de l'os(rems)	3, I	3, I	0, 30	0, 36	0, I2
Dose totale d'irradiation sur le corps humain	0, 72	I, 6	0, 02	0, 07	0,002

Tableau I ._ Principaux caractères physiques de certains traceurs radioactifs utilisables en pathologie osseuse.

que le cancer métastatique, les tumeurs osseuses primitives, le granulome éosinophile et la maladie de Paget. Cette stimulation a été suivie par l'introduction de la photoscintigraphie osseuse au strontium 85 par FLEMMING et Coll. (24) et la détection des métastases occultes par COREY et Coll. (20). La corrélation entre un foyer hyperfixant sur une scintigraphie et une zone douloureuse sur le squelette de malades suspects de métastases osseuses, mais dont l'examen radiologique est négatif, constituait une découverte importante.

.../...

Les recherches poursuivies ont essayé d'établir la place de la scintigraphie osseuse dans le cancer métastatique :

1) COREY et Coll. (19), BRADY (11), GREENBERG et Coll. (26) ont étudié la fixation du Ca 47 et du strontium 85 dans les métastases osseuses connues.

2) La corrélation entre les techniques radiographiques classiques et les scintigraphies osseuses a établi plus tard la valeur clinique de la visualisation des métastases osseuses du cancer pulmonaire. Les recherches les plus notables ont été faites par SKLAROFF et CHARKES (13-14-50-51-52-) qui n'ont cessé de publier sur ce sujet depuis 1963.

3) La recherche de la spécificité avec les différents radioisotopes est essentielle, particulièrement ceux qui ont une période plus courte afin de réduire le risque d'irradiation, à savoir le F 18 et le Sr 87 m (15).

4) La compréhension de la cinétique et de la dynamique en jeu dans les techniques de scintigraphie osseuse, L'étude du turnover des radioisotopes au niveau du squelette dans les métastases osseuses par SARGENT (45), les modifications à la suite d'un traitement rapportées par GREENBERG et Coll. (26), et la corrélation avec l'histopathologie (16) sur laquelle nous reviendrons, constituent le dernier aspect de cette étude.

Au terme de ces travaux, la scintigraphie osseuse est apparue comme le moyen de détection des métastases osseuses le plus efficace.

.../...

Cependant, comme nous le verrons ultérieurement, le principe sur lequel est basée la méthode n'est pas spécifique et, en fait, n'a rien à faire avec les cellules malignes elles-mêmes. C'est ainsi que les indications de la scintigraphie osseuse se sont étendues par la suite aux tumeurs osseuses primitives (17), à la maladie de PAGET (31-36), aux paraostéoarthropathies (ROSSIER A., 1969), aux localisations osseuses du myelome (WEBER W.G. 1968 ; CHARKES and DURANT, 1968), à l'ostéo-arthropathie hypertrophiante pneumique (TAPAN,), à l'ostéonécrose aseptique (1-9-34-36-38), aux sacroiléites de la spondylarthrite ankylosante (57), aux ostéomyelites (BAUER and WENDEBERG, 1965 ; GOFTON, 1968 ; DYMLING AND WENDEBERG, 1965 ; HOR G. and FREY, 1969 ; CHARKES and SKLAROFF, 1964). Le nombre des travaux consacrés aux spondylodiscites est très réduit. A notre connaissance, seules deux séries de malades ont été rapportées par MAC FELLANDER et Coll. (35) et DEFIORE et Coll. (23) respectivement de 75 cas et 21 cas.

3) Le Strontium

A - Rappel physiologique

Comme le calcium, le strontium est un métal alcalino-terreux divalent. Ceci explique le parallélisme étroit existant entre les propriétés chimiques et le comportement métabolique de ces deux corps. Cette similitude des propriétés physiologiques du strontium et du calcium est connue depuis 1870, date à laquelle PAPILLON (41) avait établi qu'une certaine quantité de strontium pouvait se substituer au calcium au niveau de l'os normal ; RINGER et SAINSBURY (1880) ont confirmé cette similitude entre l'ion Ca^{++} et l'ion Sr^{++} qui

.../...

auraient la même action sur la contractililté du ventricule du coeur de grenouille. Le strontium prévient la tétanie d'origine thyroïdienne, stimule l'activité de l'utérus et intervient, comme le calcium, dans la coagulation sanguine.

Normalement, il n'existe que des traces de strontium dans le squelette humain (28). Dans certaines circonstances, l'os peut toutefois stocker des quantités appréciables de strontium. Comme le calcium, le strontium peut subir l'influence de la parathormone, de la calcitonine et de la vitamine D. Ces propriétés physiologiques superposables du calcium et du strontium peuvent en partie s'expliquer par le fait que l'ion Sr^{++} possède un rayon ionique voisin de celui de l'ion Ca^{++}. On conçoit dès lors que des échanges hétéroioniques CA^{++} et Sr^{++} aient lieu au sein du cristal osseux. Comme dans le cas du calcium (47), le dépôt de strontium est hétérogène. Il varie suivant les os et pour un même os suivant les parties de l'os, avec une concentration maximale dans les zones de croissance active ou de minéralisation récente (59-61).

Néanmoins, en dépit de ces similitudes, le strontium ne peut assumer la calcification normale du squelette. En effet, l'addition au régime rachitigène de Pappenheimer de carbonate de strontium aggrave le rachitisme expérimental (44-56). Il est même possible de provoquer ainsi un rachitisme chez des animaux non privés de lumière solaire. En outre, les rachitismes ainsi créés sont très résistants à la vitamine D. Il semble que l'action rachitigène du strontium soit causée, au moins en partie, par sa combinaison avec le phosphate dans

.../...

l'intestin : il se forme des phosphates insolubles et inabsorbables de strontium; il s'établit ainsi une carence phosphorée par défaut d'absorption dont le rachitisme est la conséquence.

B - Métabolisme du strontium :

- Dans le sang :

Après une injection intraveineuse de radiostrontium, on assiste à sa disparition assez rapide du plasma. La figure 1 tirée du travail de ROSEMARY et Coll. (1967) compare les variations en fonction du temps de la radioactivité plasmatique (par litre) pour le Sr 87 m et le F 18. Une heure après l'injection intraveineuse, le taux de radioactivité par litre de plasma est de l'ordre de 4,6 % pour le Sr 87 m et de 1,4 % de la dose injectée pour le F 18.

- Dans le squelette :

Le strontium qui disparait de la circulation est concentré soit au niveau du squelette, soit au sein des tissus mous. Il semble que la fixation au niveau du squelette se fait en deux temps (13-25-31) : une fixation rapide de surface (c'est le cas du Sr 87 m) qui consiste en un échange du strontium avec le calcium des cristaux d'hydroxyapatite . La période moyenne de capture du Sr 87 m sur l'os normal a été trouvée égale à 9,9 $\pm$ 3,5 min(17). Quarante cinq minutes après l'injection intraveineuse de Sr 87 m, la fixation est de l'ordre de 95 % du premier maximum. Pour W.F. NEUMAN et M.W. NEUMAN (40), seules les structures osseuses formées dans les semaines précédentes sont en contact avec les liquides circulants et peuvent prendre part aux différents processus d'é-

.../...

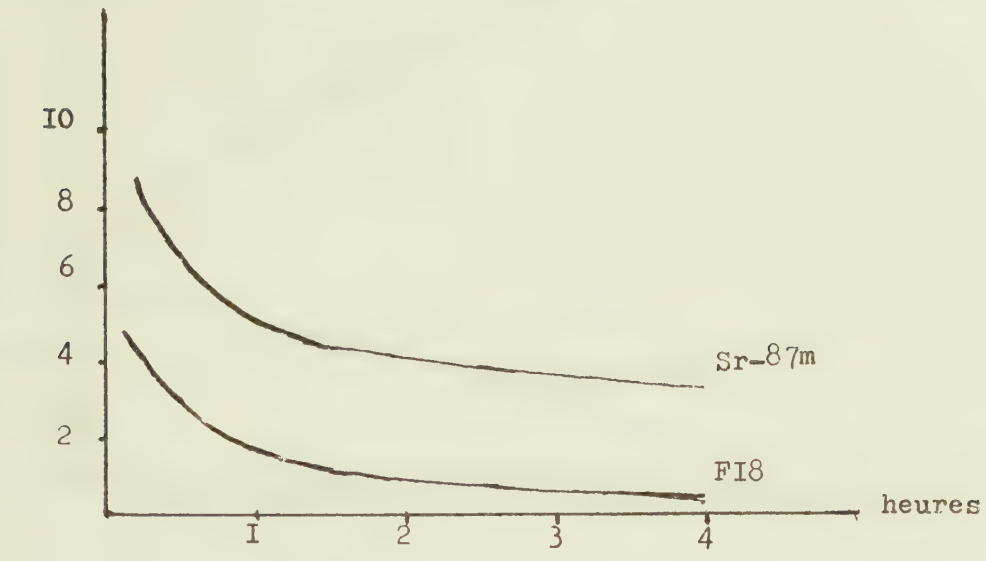


Fig 1 : Clearance plasmatique du 87mSr et du I8F.
(d'après ROSEMARY)

change ionique.

Le deuxième mode de capture, qui n'est observé qu'avec le Sr 85, correspond à une fixation plus lente, en profondeur (31). ANDERSON J. et Coll. (2), étudiant la fixation du Ca 47 au niveau des os du pied, trouve une courbe similaire (Fig. 2). Cette fixation se répartit d'une façon symétrique, c'est-à-dire, que deux tibias par exemple, fixent la même quantité d'isotope (28).

- Dans les tissus mous :

La seconde raison de la diminution de la radioactivité plasmatique est la concentration du strontium au niveau des tissus mous. Cette fixation a été étudiée par BAUER et RAY (1958). La figure 3a montre que cinq heures après l'injection intraveineuse la fixation totale au niveau des tissus mous est de l'ordre de 75 %, alors que celle réalisée au sein du squelette est égale à

.../...

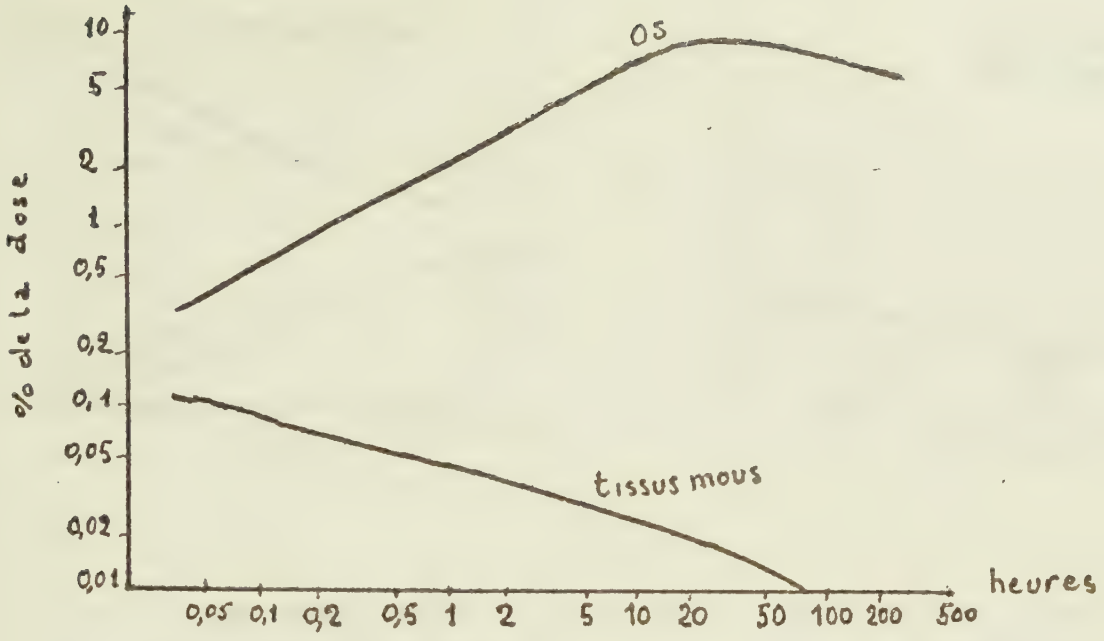


Fig 2 : fixation du Ca 47 au niveau des os des pieds (d'après ANDERSON, 1970), exprimée en pourcentage de l'activité administrée. La courbe inférieure représente la fixation du Ca 47 permise dans les tissus mous des pieds.

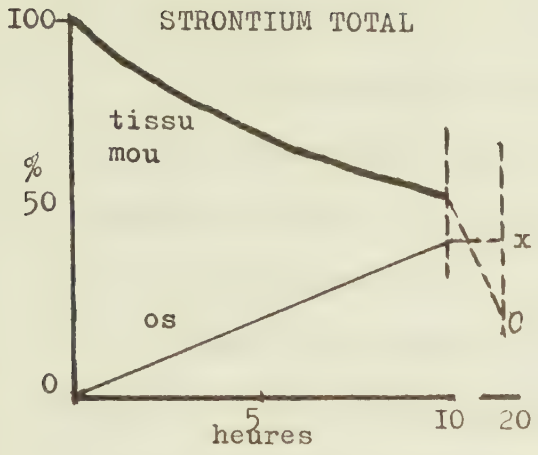
20 % de la dose administrée. On note sur la courbe 3c que le demi-temps de fixation du strontium 87 m sur l'os est approximativement de cinq heures et que la fixation totale au niveau du squelette ne dépasse pas 5 % de la dose administrée.

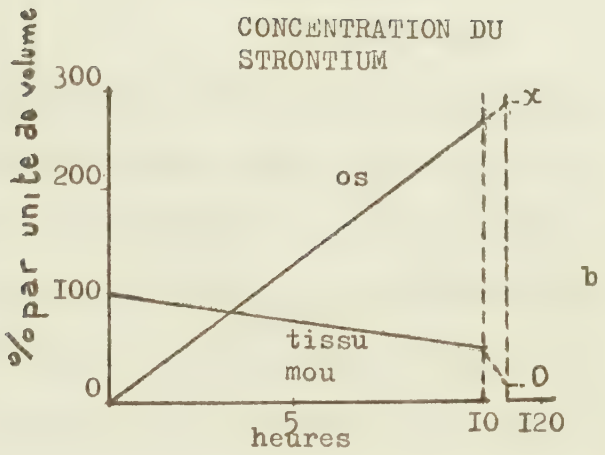
Il est intéressant de noter que le foie retient 100 à 150 fois moins de strontium que le squelette ; cette affinité du foie pour le strontium est confirmée par la visualisation de cet organe sur les tracés scintigraphiques. L'isotope n'est retrouvé qu'à l'état de trace dans la rate et le poumon.

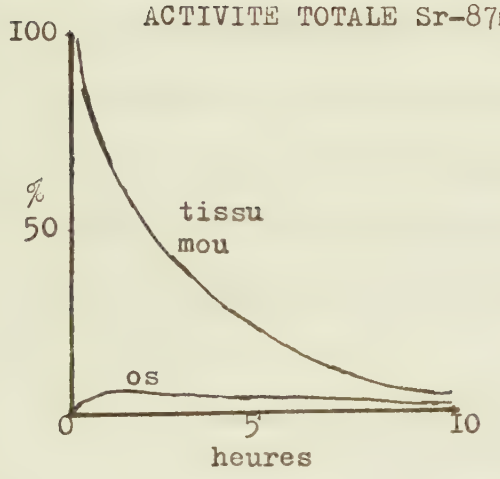
- L'excrétion

L'excrétion fécale du radiostrontium 85, après une injection intraveineuse, représente chez l'homme 10 à 20 % des éliminations totales. Elle

.../...







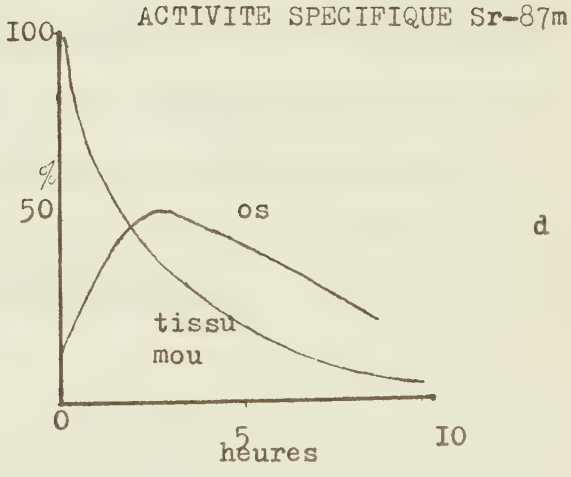


Fig 3 : Les activités dans l'os et les tissus mous d'àprès les données de BAUER et RAY (1958) sur la fixation totale en Sr-87m

fait intervenir une double origine endogène (sucs digestifs et sécrétion intestinale comme pour le calcium). Elle rend indispensable l'administration d'un lavement évacuateur avant la réalisation des scintigraphies au Sr 85; cet inconvénient heureusement n'existe pas avec des traceurs à période courte comme le 87 m Sr et le 18 F.

.../...

L'élimination par les urines est le mode préférentiel d'excrétion du strontium. Elle est maxima entre quatre et six heures après l'injection intraveineuse. CHARKES et Coll. (15) ont montré que l'élimination urinaire cumulée en deux heures et demi est de l'ordre de 4 % de la dose injectée. LAHNECH (33), sur un groupe de 21 patients ne présentant pas de lésions osseuses avides de Strontium 87 m, a trouvé une élimination urinaire cumulée en une heure égale à 2,7 % de la dose injectée.

Comparée à celle du Ca 45, l'élimination urinaire du strontium est "parallèle" mais non quantitativement identique. Elle est trois ou quatre fois supérieure à la calciurie(SAMACHSON-SPENCER) ; ceci s'explique en particulier par le fait que la fraction non diffusible (liée aux protéines) est plus faible pour le Strontium que pour le calcium (27). La filtration glomérulaire du strontium est donc plus importante que celle du calcium.

C - Bases physiologiques et anatomopathologiques du test

1° - Bases physiologiques

BAUER et Coll. (6-7) ont montré que l'os normal fixe les radioisotopes par une variété de processus comprenant l'échange par simple diffusion, un transport actif et l'incorporation dans les sels minéraux. Ainsi les méthodes isotopiques explorent des phénomènes métaboliques contemporains de l'examen. L'hypervascularisation d'une zone limitée de l'os peut prendre part au trouble de la répartition de l'isotope.

.../...

Cet échange s'accroît dans les processus de réparation notés dans les fractures, les infections, les lésions inflammatoires, les lésions néoplasiques et les micro-fractures qui surviennent au cours de la plupart de ces affections osseuses (42). Les ostéoblastes qui prolifèrent dans ces conditions, fabriquent une matrice de tissu ostéoïde dans laquelle se déposent des cristaux d'hydroxyapatite. Un petit nombre d'atomes radioactifs déposés dans ces cristaux sont rapidement détectés à l'extérieur par des moyens scintigraphiques. Ainsi une scintigraphie positive (anormale) peut précéder les images radiologiques de condensation de plusieurs semaines ou même de mois (20).

2° - Bases anatomopathologiques

Il est important de comprendre que le traceur radioactif se dépose non dans la tumeur ou la zone infectée elle-même, mais dans l'os néoformé de reconstruction qui entoure le foyer lésionnel. Il est donc aisé de comprendre que la constatation d'une image de tonalité homogène n'implique pas une répartition homogène de la radio-activité au sein de la lésion. Dans ce cas, la scintigraphie objective uniquement la coque active de la lésion.

Tant que le principe de fixation d'un radio-élément à tropisme osseux repose sur les échan ges avec l'hydroxyapatite (Ga, Sr, F), le document scintigraphique réalisé à l'aide de n'importe lequel de ces éléments sera similaire sinon identique (17), le degré de fixation dépendra (5) évidemment de l'hyper-vascularisation (et par conséquent du débit de l'isotope) dans la région atteinte et (10), de l'activité du processus réactionnel.

Habituellement les scintigraphies osseuses et les radiographies correspondent parfaitement. Tel n'est cependant pas toujours le cas. Quelquefois, la scintigraphie ne montre que des anomalies minimes, alors que sur la radiographie, on note des remaniements marqués et étendus. D'autres fois, le document scintigra-

.../...

phique est nettement anormal, mais la radiographie ne révèle aucun signe suspect. Comment peut-il en être ainsi ?

CHARKES, YOUNG et SKLAROFF dans un article original (16) ont essayé de trouver une explication à ce problème qui semble très vraisemblable. L'objet de leur travail se rapportait à la corrélation entre les données de l'histopathologie des lésions osseuses avec la mesure de leur concentration en Strontium 85, le document scintigraphique et la radiographie. Les résultats de leur étude ont montré que la scintigraphie au Sr 85 livre des informations concernant le métabolisme de la néoformation osseuse réactionnelle qui ne peuvent pas être fournies par la seule radiographie. Ces auteurs ont abouti à l'hypothèse suivante :

La tumeur intra-osseuse détruit l'os existant et si ce processus destructif est d'une intensité et d'une extension suffisante, l'ostéolyse devient visible sur les radiographies. L'os environnant réagit souvent à la présence de la tumeur en formant de l'os nouveau. Cet os immature, déposé par les ostéoblastes commence bientôt à se minéraliser et le calcium nouvellement incorporé (marqué par le Sr 85) peut être détecté par des moyens scintigraphiques. Cependant, au cours de cette période précoce, la minéralisation osseuse est insuffisante pour être visible sur la radiographie sous forme de condensation. Cette première étape de minéralisation est appelée la phase I. L'examen scintigraphique d'une telle zone est anormal, alors que la radiographie est souvent muette. La calcification progresse jusqu'à devenir radiologiquement démontrable, en corrélation avec la scintigraphie qui est anormale, c'est la phase II. Comme le processus de néoformation osseuse de reconstruction tend à s'achever, le taux de calcium (et du Sr 85) déposé diminue ; ainsi dans la phase III, la scintigraphie est normale ou montre une légère hyperfixation bien que l'opacité radiologique soit très marquée. La figure 4, d'après les données de CHARKES, YOUNG et SKLAROFF, montre que la courbe de concentration du Sr 85 est, pour une première approximation, la dérivée de la courbe de calcium total. Cela signifie que la scintigraphie osseuse au

.../...

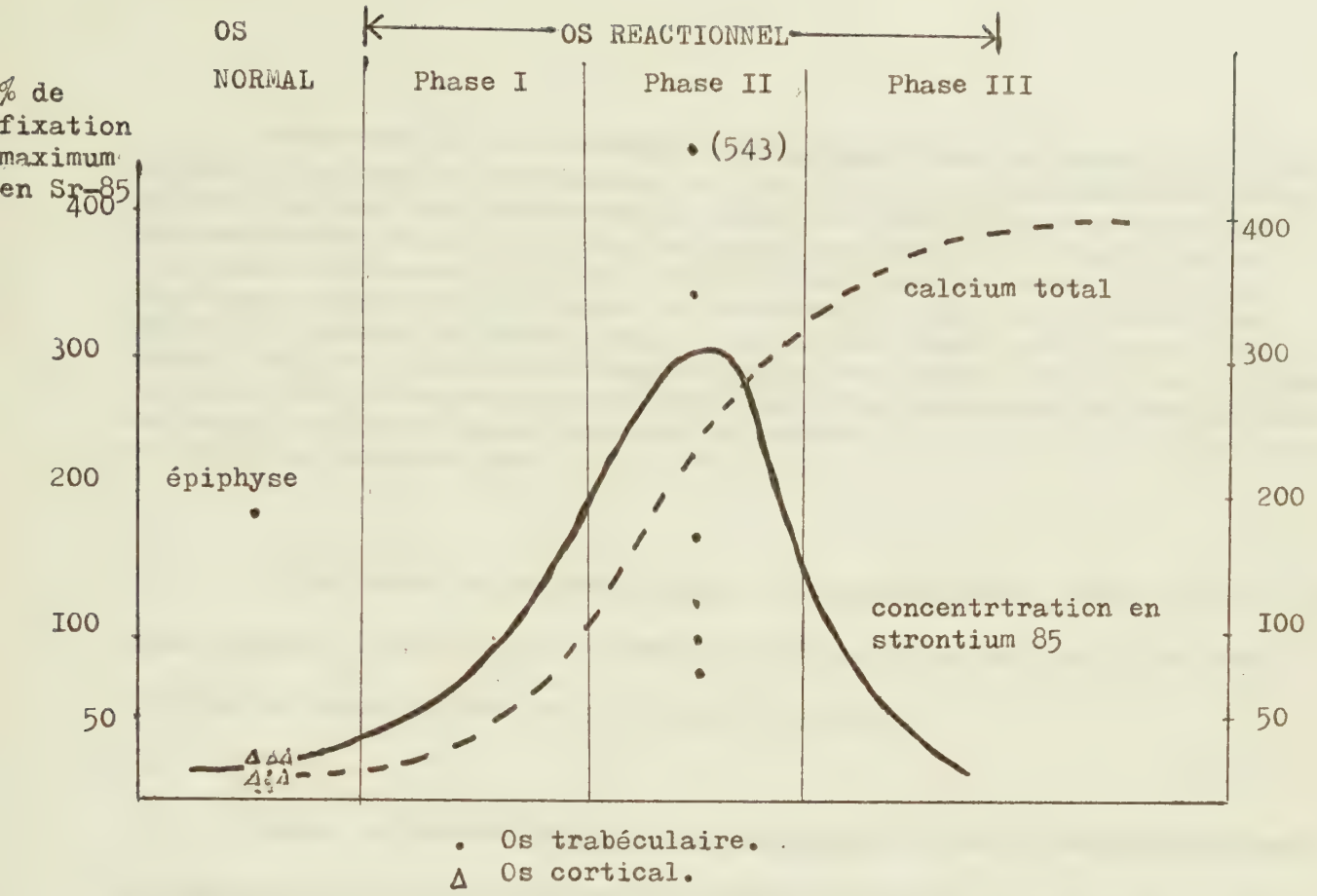


Fig 4 : Corrélation entre la fixation en Sr-85 (en pourcentage de la fixation maximum) et la teneur totale en calcium de l'os réactionnel (estimée d'après les caractères radiologiques) en fonction du temps dans les biopsies et les prélévements autopsiques. (D'après CHARKER et coll.).

Strontium explore le degré de minéralisation de l'os néoformé, alors que la radiographie montre les remaniements qui se sont produits, aussi bien destructifs (hyper-clarté), que constructifs (condensation). Il revient à dire que la scintigraphie osseuse traduit l'activité du processus lésionnel, la radiographie, ses résultats.

La même hypothèse peut être évoquée dans les infections osseuses ou disco-vertébrales.

.../...

Rappelons que toute ostéite s'accompagne d'une inflammation du tissu conjonctif qui remplit les espaces de l'os. Il s'ensuit une réaction à cette inflammation dont les lésions essentielles sont identiques dans toutes les ostéites microbiennes chroniques, mais dont les proportions sont variables selon les cas : ce sont (47) des lésions de nécrose, de raréfaction osseuse et d'hyper-ostose sous périostée. La raréfaction osseuse est formée d'une résorption osseuse par ostéoclastie, mais surtout, semble-t-il, d'une ostéoporose. Celle-ci s'accompagne habituellement d'hyperhémie (LERICHE et POLICARD). La prolifération osseuse sous périostée peut être discrète ou importante. Elle est faite d'un tissu osseux immature. Ce processus d'hyperostose sous périostée se substitue continuellement à l'os résorbé.

Il est aisé de comprendre après ce bref rappel des lésions histologiques d'une ostéite, qu'un foyer de spondylodiscite puisse donner lieu à une hyperfixation de strontium sur une exploration isotopique.

Ainsi, la combinaison de la scintigraphie et de la radiographie peut déterminer avec une grande exactitude l'activité du processus réactionnel.

Jusqu'ici, nous n'avons pas parlé de l'ostéolyse. Comme il a été mentionné auparavant, les processus de destruction et de réparation se font simultanément, mais la scintigraphie explore uniquement le dernier. Ainsi, l'association d'une image radiologique d'ostéolyse avec une scintigraphie anormale signifie une hyper-résorption avec reconstruction d'un os réactionnel jeune (phase I). Les zones d'hyper-clarté radiologique, avec un examen isotopique normal sont très rares. Ceci survient seulement dans les cas où l'hyperostose réactionnelle est très lente (35).

D - Les isotopes du strontium

Parmi les 15 isotopes du strontium, 11 sont des corps radioactifs arti-

.../...

ficiels. La brieveté de la période de certains (Sr 94 : 2 minutes ; Sr 81 : 29 minutes) rend impossible leur utilisation clinique. La trop longue période (28 ans) du Sr 90, interdit toute application médicale de cet isotope. Le Sr 89 a une période de 54 jours. Il émet des corpuscules bêta. Son rayonnement gamma est pratiquement négligeable. L'impossibilité de détecter par mesure externe in vivo ses particules bêta, trop vite absorbées par les tissus biologiques, exclut son application diagnostique. En fait, seuls le Sr 85 et le Sr 87 sont utilisés en scintigraphie osseuse.

1° - Le Strontium 85

C'est l'isotope à tropisme osseux le plus anciennement connu et le plus communément utilisé. Sa période physique est de 64 jours et son rayon gamma est de 0,513 MeV.

Malgré les découvertes salutaires qu'il a permis de faire, le Strontium 85 a plusieurs inconvénients (3) :

- En raison de sa longue période et de son taux de renouvellement lent au niveau de l'os (des périodes biologiques de 800 jours (48) et de 843 jours (18) ont été mentionnées) ; la répétition des examens scintigraphiques est dangereuse lorsqu'il s'agit d'apprécier l'effet d'un traitement. Comme conséquence de sa longue période l'irradiation au niveau de l'os estimée à 4,6 rads par 100 microcuries injectées (24) limite la dose utilisée à 100 microcuries seulement

.../...

(voir tableau II) ; ceci entraine, en retour, une prolongation de la durée de l'examen, due à la pauvreté du nombre de coups comptés.

TABLEAU II

	Sr 85	Sr 87 m
Emission gamma en KeV (% de désintégration)	513 (100 %)	388 (100 %)
Emission Bêta	nulle	nulle
Coefficient de conversion interne	0,8 %	22 %
Période	64 j.	2,8 h
Constante du taux de l'activité total en r/mc/h/1 cm	3,0	1,65
Activité totale au niveau du corps par 100 mC injectés	680 millirads	2,2 millirads
Activité au niveau de l'os par 100 mC injectés	1,590 millirads	9,9 millirads
Méthode de production	Cyclotron ou réacteur : Sr 84 (n, gamma) Sr 85	Cyclotron : Y 87 (E.C.) Sr 87 m

Tableau II : Comparaison entre le Strontium 85 et le Strontium 87 m

- La haute énergie de ses photons gamma est à la limite supérieure des sensibilités des caméras et des scintigraphes conventionnels.

.../...

- La Commission Américaine d'Energie Atomique a donc restreint son emploi aux malades qui ont un cancer prouvé, en limitant l'activité à 100 microcuries.

- Il faut attendre 7 jours après l'injection intraveineuse avant de réaliser l'enregistrement ; ce qui oblige à faire revenir une deuxième fois les malades qui sont bien souvent fatigués. Ce délai a cependant un avantage : celui de laisser assez de temps pour qu'une fixation maximum se produise. Il est souvent nécessaire, pour éviter de fausses images en cas d'examen du pelvis, de faire un lavement pour évacuer le Strontium 85 excrété dans les intestins.

- Quoique son obtention soit facile, ces particularités font que le Strontium 85 est loin de réaliser l'isotope idéal.

2° - Le Strontium 87 m

Par ses conditions physiques, il occupe une place de choix parmi les radioisotopes en scintigraphie osseuse. Son métabolisme est identique à celui du Strontium 85. Il a donc été proposé par MYERS (39) en 1960 pour le remplacer. Sa période est très courte (2,8 h) ; ce qui permet de répéter et de multiplier les examens isotopiques. Le Sr 87 m est un émetteur pur de photons gamma d'une valeur énergétique (0,388 MeV) dans la marge des sensibilités des caméras. Bien que son coefficient de conversion interne soit de 0,22, la dose d'irradiation à tout l'organisme et à l'os est moins de 1 % de celle du Sr 85 (15). C'est ainsi qu'il peut être utilisé chez les malades non cancéreux et chez les enfants.

.../...

Si, avec le Strontium 85, il se produit cependant une désintégration par capture d'électron avec émission d'un rayonnement X relativement mou (13 à 15 KeV) auxquels s'ajoutent d'autres photons mous de conversion interne, accompagnant le photon énergiquement émis, il en résulte que, bien qu'il émette des photons énergétiques, les doses que le strontium 85 délivre au tissu sont loin d'être négligeables. Ces composantes molles ne grèvent que peu la dose délivrée par le Sr 87 m du fait de sa courte période. Pour une dose de 100 microcuries (15) (Tableau II), la dose délivrée à l'os n'est que de 9,9 millirads. Ceci permet d'utiliser des activités bien supérieures à celles qu'on emploie avec le Strontium 85. On diminue ainsi considérablement les fluctuations statistiques par augmentation du nombre total de coups mesurés et on aboutit ainsi à une meilleure définition de l'image ; en effet, plus le nombre de coups comptés par unité de surface est faible, plus l'importance relative des fluctuations statistiques est grande et plus il est difficile de distinguer une variation du nombre de coups due à une différence de concentration radioactive.

Sa courte période peut présenter également un inconvénient : l'enregistrement isotopique doit être fait rapidement après l'injection intraveineuse. Ceci aboutit à deux conséquences :

- Une moins grande différenciation entre la fixation au niveau de l'os et la fixation des les tissus mous ; de petites lésions peuvent par conséquent ne pas être décelées.

- La fixation est rapide, mais en surface seulement. Elle se fait par un échange de l'ion Sr^{++} avec l'ion Ca^{++} superficiel des cristaux d'hydroxyapatite (uniquement la phase I).

4° - Les autres radioisotopes

a) Fluore 18

Actuellement, c'est l'isotope le plus approprié pour une

.../...

scintigraphie osseuse (61). Sa période physique est de 110 minutes et son énergie gamma est de 511 KeV. Il ne se fixe pas sur l'os de la même manière que le Strontium. Son anion s'échange avec le radical oxydryl des cristaux d'hydroxyapatite. En opposition au calcium et au strontium, le F 18 n'est pas lié aux protéines. De ce fait, sa clearance plasmatique est rapide et sa fixation par les tissus mous est très faible. Comparé au Sr 85 et au Sr 87 m, le F 18 a une fixation osseuse plus importante (46) (Fig. 5). Cette faible rétention au niveau des tissus mous, la fixation osseuse importante, et la valeur élevée de la clearance plasmatique expliquent le contraste élevé des documents scintigraphiques (58).

Son inconvénient est sa courte période limitant son utilisation aux hôpitaux proches d'un centre de fabrication. La production est en outre difficile et nécessite un cyclotron.

b) Divers :

Récemment, on a publié des travaux sur des radioisotopes nouveaux, à tropisme osseux, à période courte et qui sont pleins de promesses. On peut citer le triphosphate de Tc 99 m (53) et le Tm 167 (2).

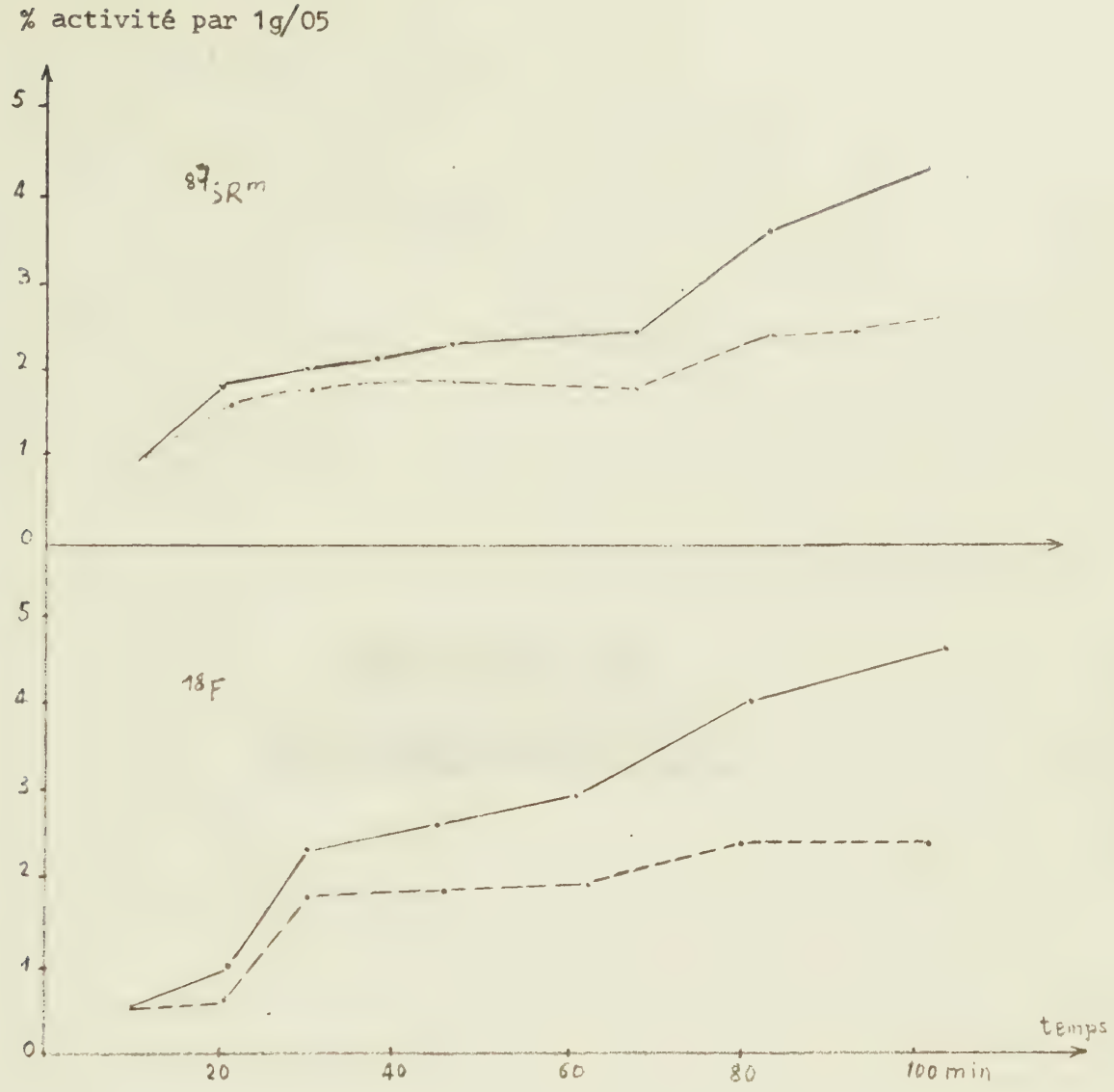


Fig 5 : Fixation du 18 F et 87 m SR dans des fémurs préparés de rats après injection intraveineuse. La courbe en pointillés représente l'activité corrigé après la décroissance radioactive. Les courbes du 18 F et 87 sont presque identiques et correspondent à ce que l'on observe chez les malades (d'après K. SCHEER et Coll, 1968).

TRAVAIL PERSONNEL

1 MATERIEL ET METHODES

A - CHOIX DES MALADES

Cette étude porte sur 16 malades récoltés et suivis durant une période de 17 mois à la Clinique Rhumatologique de l'HOPITAL COCHIN. Ces sujets se répartissent en deux groupes :

- 8 avaient une spondylodiscite infectieuse (5 spondylodiscites tuberculeuses et 3 non tuberculeuses),
- 8 d'entre eux étaient atteints d'affections rachidiennes dont la traduction radiologique pouvait simuler une infection disco-vertébrale (4 dystrophies rachidiennes de Scheuermann, 2 arthroses pseudo-pottiques 2 spondylodiscites inflammatoires).

Tous ces malades ont subi une ou plusieurs scintigraphies osseuses centrées sur leur foyer vertébral.

15 scintigraphies ont été faites chez les 8 malades atteints de spondylodiscite infectieuse.

5 examens ont été faits en phase évolutive et avant tout traitement ; dans un cas (Obs. n° 5), l'infection évoluait depuis 19 mois.

10 scintigraphies ont été contrôlées secondairement dans des délais variant entre 1 mois et 26 mois après le début du traitement.

.../...

9 scintigraphies ont été réalisées chez les 8 malades souffrant d'affection discovertébrale dégénérative.

B - PREPARATIFS DE L'EXAMEN

Aucune préparation du malade n'est nécessaire ; il n'existe pas de contre-indication liée à une prise médicamenteuse.

Malgré sa courte période, le strontium 87 m est facilement disponible en milieu hospitalier. Son parent, sous la forme duquel il est stocké, est l'Yttrium 87 dont la période est de 80 heures (soit un peu plus de 3 jours). Ce dernier donne en permanence du strontium 87 m, et la séparation est effectuée au moment de l'emploi dans un "générateur" (Fig. 6).

C - REALISATION DE L'EXAMEN

Quelle que soit la technique employée, l'examen vise à mettre en évidence une hyperfixation du strontium au niveau d'une zone suspecte ; une éventuelle lésion ne se traduit pas par une lacune, mais bien par une zone "chaude". Par ailleurs, il s'agit d'un examen centré sur une région suspecte et non d'un bilan d'ensemble de l'organisme dans le cas général. Néanmoins, chez un malade, l'examen au strontium a permis de découvrir un deuxième foyer tuberculeux qui était passé inaperçu (Obs. n° 8).

Nous utilisons plusieurs techniques :

.../...

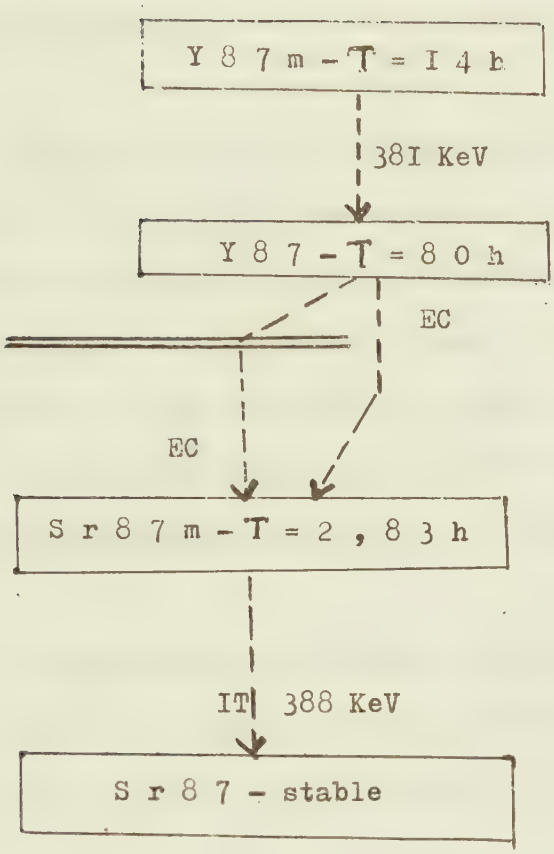


Fig 6 : Système Y87 _ Sr87m

Générateur: porteur T = 80 h
élué T = 2,83 h

T = période

1) La scintigraphie

Méthode la plus couramment utilisée, elle ne mérite pas d'être rappelée dans son principe.

On peut utiliser une "caméra à scintillation", mais l'emploi d'un scintigraphe classique donne une image en vraie grandeur, où les repères anatomiques sont plus aisés à placer, et c'est pourquoi, nous sommes restés fidèles à cette technique. Les réglages (vitesse, dot factor, spectrométrie) sont effectués de manière à faire apparaître en grisé léger les structures osseuses normales : il faut éviter un noircissement trop important sur lequel les hyperfixations ne se traduiraient pas par un contraste suffisant (17).

Compte-tenu des traitements ultérieurs (cf infra 3); nous n'utilisons pas de frappe couleur. Il faut cependant souligner l'intérêt que peut avoir celle-ci dans la lecture des images par un oeil relativement peu exercé.

Sur un document scintigraphique habituel en "noir et blanc", l'image de la colonne vertébrale apparait donc en grisé léger à peu près uniforme sur fond blanc, les variations de tonalité sont faibles, lentes et régulières, suivant les courbures du rachis. La fixation est règle maximale au niveau de D 8-D 9. Par ailleurs, il existe de façon normale une hyperfixation relative au niveau des deux ailerons sacrés, surtout chez le sujet jeune, mais celle-ci reste modérée (Fig 8).

Enfin, il existe presque toujours, même après une évacuation soigneuse de la vessie, une concentration vésicale importante du strontium (Fig 21) gênant la

.../...

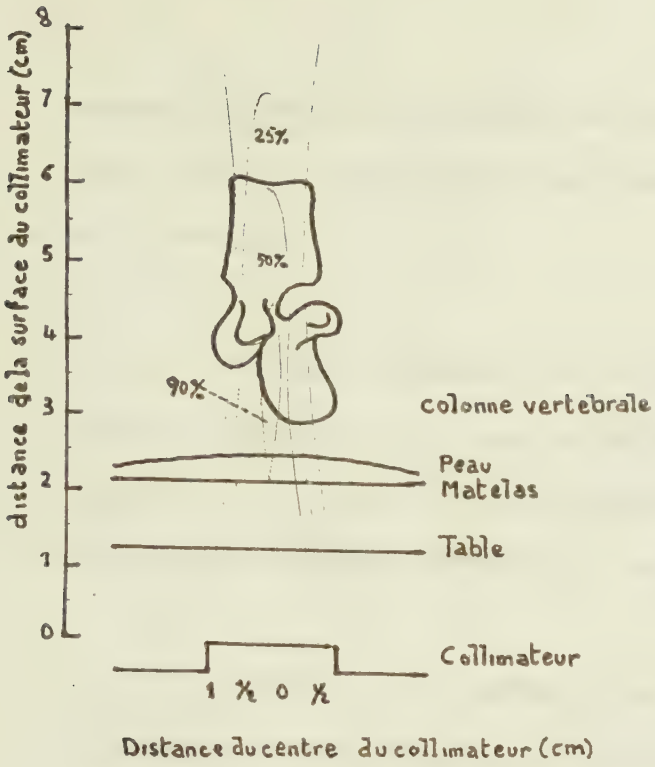


Fig 7 : Rapport entre le détecteur, les lignes isoactives, et le rachis.

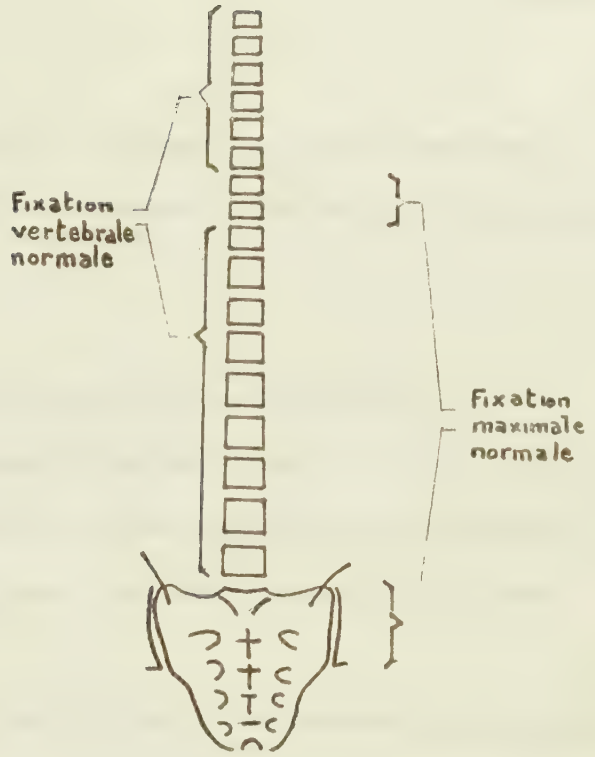


Fig 8 : Illustration des fixations normales observées

la lecture au niveau des dernières pièces sacrées et du coccys.

2) Les profils de niveaux

Cette technique consiste à enregistrer à chaque instant la radioactivité en regard d'un compteur muni d'un collimateur à fente qui "voit" une bande d'environ dix centimètres de large. Le compteur se déplace linéairement au dessus de la colonne vertébrale et permet ainsi d'obtenir une courbe de variation de l'activité tout au long du rachis. Le dispositif a été amélioré par l'emploi d'un collimateur à plusieurs fentes convergentes (B. BOX, R. DI PAOLA 1972). La figure 7 montre les rapports entre le détecteur, la table et le rachis.

Normalement, l'activité varie de façon lente et régulière le long du

.../...

rachis, suivant les courbures, on observe un maximum à la partie moyenne du rachis dorsal, puis un autre au niveau des ailerons sacrés et enfin au niveau de la vessie.

Il est en général facile de reconnaître par comparaison avec la courbe normale (Fig 9) une courbe pathologique présentant un ou plusieurs pics anormaux : les quantités de Strontium 87 m fixées sur l'os sont importantes, et les pics anormaux se détachent facilement des fluctuations statistiques.

De plus, ces courbes permettent d'obtenir des données quantitatives précieuses lorsque l'hyperfixation est modérée ou surtout pour suivre l'évolution chez un malade sous traitement.

3) Les traitements numériques

Les images scintigraphiques habituelles sont souvent assez mal contrastées et de plus, ce contraste ne repose que sur une impression visuelle subjective (M. TUBIANA, B. BOK, 1971)., (62).

On a proposé plusieurs méthodes de renforcement du contraste, et la plus connue est celle de la représentation "en couleur" des scintigraphies. Celle-ci n'est pas sans reproches, car on ne connait pas exactement la signification des contrastes que l'on voit apparaitre ainsi sur l'image.

Nous utilisons une méthode plus complexe de scintigraphie numérique. La scintigraphie est enregistrée sur une bande magnétique ; celle-ci est lue sur un ordinateur (UNIVAC 1107) qui la retranscrit sous la forme d'un tableau de chiffres. Ceci permet divers traitements tels que corrections de la décroissance

.../...

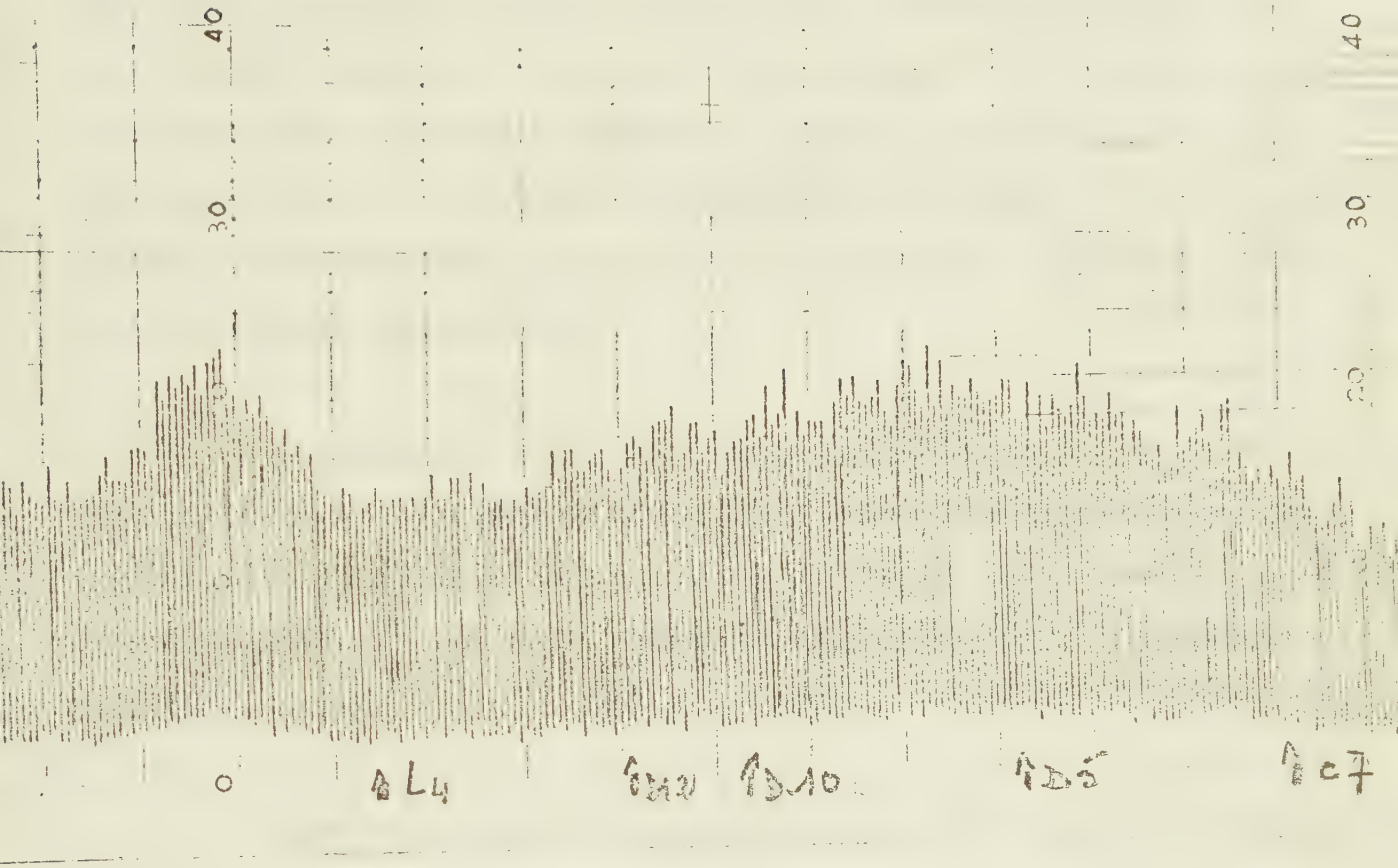


Fig 9 : Profil numérique du Sr 87 m d'un rachis normal.

radioactive, des fluctuations statistiques, suppression des valeurs aberrantes. Ainsi est affinée la qualité de l'image. Le nouveau tableau de chiffres obtenu est alors retranscrit sous une forme plus lisible, telle que représentation des courbes d'isocomptage ou représentation colorée. A la différence de la scintigraphie couleur standard, le codage des couleurs a une signification précise et connue, qui apparait en regard du document. De plus, aucune information n'est perdue et d'autres "codes couleurs" peuvent être choisis si le premier répond mal au problème clinique posé.

L'inconvénient actuel de ce dispositif est représenté par le délai : une journée environ est nécessaire pour que la bande magnétique soit lue sur ordinateur et les résultats retranscrits sur un traceur automatique de courbes. Des dispositifs en "temps réel" donnant un résultat immédiat sont actuellement à l'étude.

Après avoir présenté les observations de nos 16 malades, leurs données seront analysées globalement puis confrontées aux renseignements fournis par la littérature.

2 OBSERVATIONS

A - GROUPE DE MALADES ATTEINTS DE SPONDYLODISCITES INFECTIEUSES

OBSERVATION N° 1

N° 19 653

Madame S... Marguerite est une femme d'intérieur âgée de 70 ans. Elle est hospitalisée dans la Clinique Rhumatologique de l'HOPITAL COCHIN en Janvier 1972 pour une spondylodiscite D 10-D 11, dont le début remonte à six mois, mais qui a été longtemps méconnue. Le tableau est néanmoins typique avec :

- des dorsalgies intenses et rebelles, et une altération de l'état général et des douleurs radiculaires qui avaient orienté à tort vers une une affection digestive ;
- une raideur rachidienne importante et une douleur à la pression des épineuses ;
- et une image radiologique (Fig 10) de spondylodiscite évidente avec un affaissement du disque D 10-D 11, de grosses lacunes floues, des plages de condensation et des angles antérieurs des crops vertébraux adjacents érodés.

La vitesse de sédimentation est très accélérée (110 mm à la première heure) et l'hémogramme met en évidence une hyperlencocytose importante (95 000 globules blancs par mm 3).

.../...

UNE SCINTIGRAPHIE OSSEUSE AU STRONTIUM 87 m REALISEE CINQ MOIS APRES LE DEBUT DE LA MALADIE ET AVANT TOUT TRAITEMENT MONTRE UN INTENSE FOYER DE FIXATION CENTRE SUR D 10 (Fig. 11).

Une biopsie chirurgicale des lésions est pratiquée afin de préciser le germe responsable. L'examen anatomopathologique ne met en évidence aucun signe histologique spécifique de tuberculose et l'examen bactériologique n'a pas pu être fait. Une antibiothérapie aspécifique est néanmoins entreprise et poursuivie durant deux mois en association avec une immobilisation au lit : l'évolution sous l'influence de ce traitement s'avère favorable sur le plan clinique biologique et radiologique.

Une nouvelle scintigraphie est prévue à la fin du mois d'août 1972.

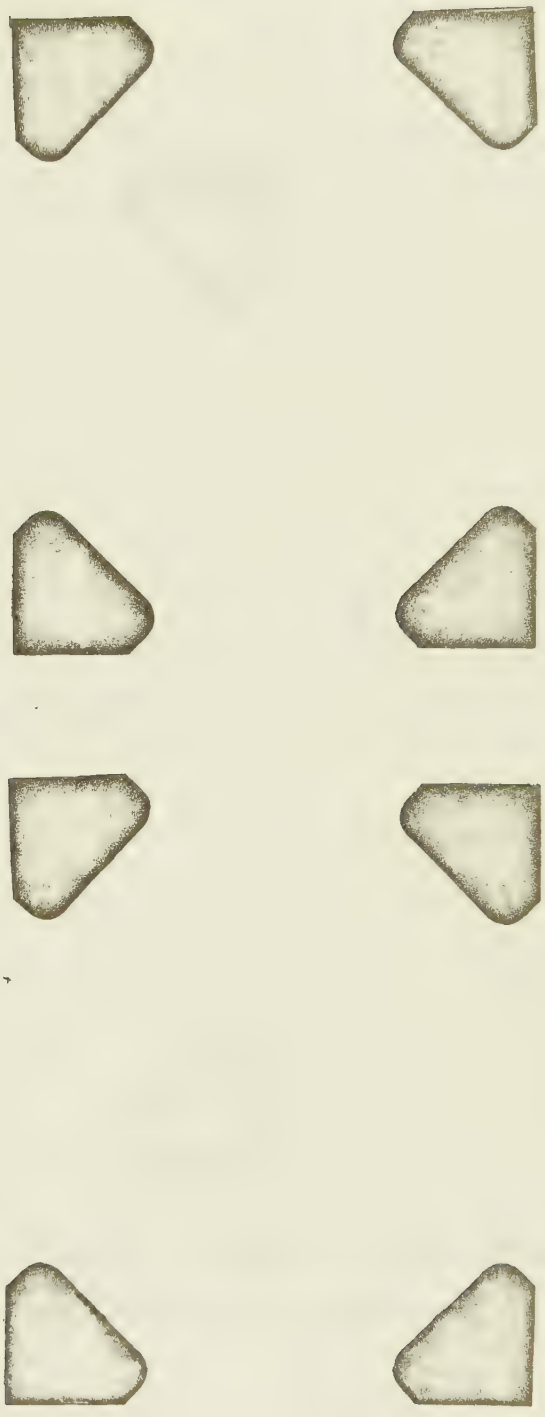


Fig. 10a et 10b

Spondylodiscite D10 - D 11

Fig. 11 : Scintigraphie en couleur traitée sur ordinateur, chaque couleur représente un certain taux de l'activité totale administrée.

OBSERVATION N° 2

N° 19 652

Madame M... Renée, âgée de 59 ans, est hospitalisée en Novembre 1971 dans la clinique Rhumatologique de l'HOPITAL COCHIN pour des lombalgies aigues apparues brutalement deux mois plus tôt chez une malade porteuse d'une infection génitale à la suite de multiples interventions gynécologiques :

- Une hysterectomie pour un fibrome à 43 ans ;
- Une cystopexie pour un cystocèle à 53 ans ;
- Une rectopéxie par voie naturelle pour un rectocèle à 56 ans ;
- Une rectopéxie par voie sous ombilicale en avril 1971 avec fixation du rectum au niveau du promontoire.

A l'entrée, le tableau clinique et biologique est très évocateur d'une spondylodiscite. On note une contracture et une raideur intenses du rachis lombaire avec un aspect inflammatoire des régions douloureuses sacrées et coccygienne. La vitesse de sédimentation globulaire est à 124 mm à la première heure et le nombre des globules blancs est de 81 000/mm3. Les radiographies standard et les tomographies confirment le diagnostic de spondylodiscite en montrant un affaissement net du disque L5 S1 avec un aspect grignoté et flou des plateaux vertébraux. Sur la culture du prélèvement gynécologique, on identifie un klebsiell

L'EXPLORATION OSSEUSE AU STRONTIUM 87 m FAITE AVANT TOUT TRAITEMENT ET TROIS MOIS APRES LE DEBUT DE LA MALADIE MONTRE UNE HYPERFIXATION AU NIVEAU DE L5 ET AU NIVEAU DE L'AILERON GAUCHE DE S 1.

.../...

En raison de la gravité du tableau clinique et du fait que l'on semble bien avoir isolé le germe responsable, on renonce à pratiquer dans l'immédiat une biopsie des lésions discovertébrales et l'on met en route un traitement par Gentalline et Rifampicine. Les douleurs reprennent partiellement la fièvre persiste et sur le conseil des gynécologues, on intervient en Janvier 1972 pour réaliser une ablation du matériel de fixation. L'examen histologique du prélèvement discovertébral conclue à une spondylodiscite non spécifique présentant un certain degré d'ancienneté. L'examen bactériologique est négatif vraisemblablement en raison de l'antibiothérapie préalable.

L'évolution des lésions rachidiennes sera favorable à la suite de cette intervention et la scintigraphie de la zone atteinte n'a pas pu être recontrôlée.

O B S E R V A T I O N N° 3

N° 19 600

Monsieur D... David, 76 ans, a été opéré en juin 1971 d'une tumeur maligne de la vessie (cystectomie partielle). En octobre 1971, il souffre d'une infection urinaire à colibacille et fait une spondylodiscite L4 L5 à début aigü et fébrile, de traduction radiologique typique, et très vraisemblablement secondaire à l'infection urologique. Un traitement orthopédique (immobilisation en coquille platrée) et médicale (Ampicilline + colymicine) poursuivi durant deux mois fait rapidement régresser le syndrome infectieux, tandis que des signes de reconstruction osseuse apparaissent sur les clichés. Toutefois, la persistance de lombosacralgies très vives motive une hospitalisation dans la clinique Rhumatologique de l'HOPITAL COCHIN à la fin du mois de décembre 1971.

Le malade est alors apyrétique, la mobilité rachidienne reste limitée, la vitesse de sédimentation globulaire est à 25 mm à la première heure ; les radiographies mettent en évidence une image de spondylodiscite L4 L5 qui semble en voie de guérison : disparition presque complète du disque L4 L5, irrégularité des plateaux adjacents dont les limites sont relativement nettes et qui sont le siège d'une condensation, une ostéophytose antérieure sur le profil.

UNE SCINTIGRAPHIE OSSEUSE AU STRONTIUM (Fig 12) EST FAITE DEUX MOIS ET DEMI APRES LE DEBUT DE LA SPONDYLODISCITE ET LA MISE EN ROUTE DU TRAITEMENT : ELLE MET ENCORE EN EVIDENCE UN FOYER D'HYPERFIXATION CENTRE SUR L5 (Par ailleurs,

.../...

cet examen ne retrouve aucun autre foyer sur le reste du squelette où l'on aurait pu redouter une métastase).

L'évolution au cours des mois suivants permet d'affirmer que la spondylodiscite était en fait en voie de guérison lors de la scintigraphie ; une récidive de la tumeur vésicale envahissant le pelvis et infiltrant le plexus sacré expliquait la persistance trompeuse des douleurs comme l'a permis de le constater une réintervention.

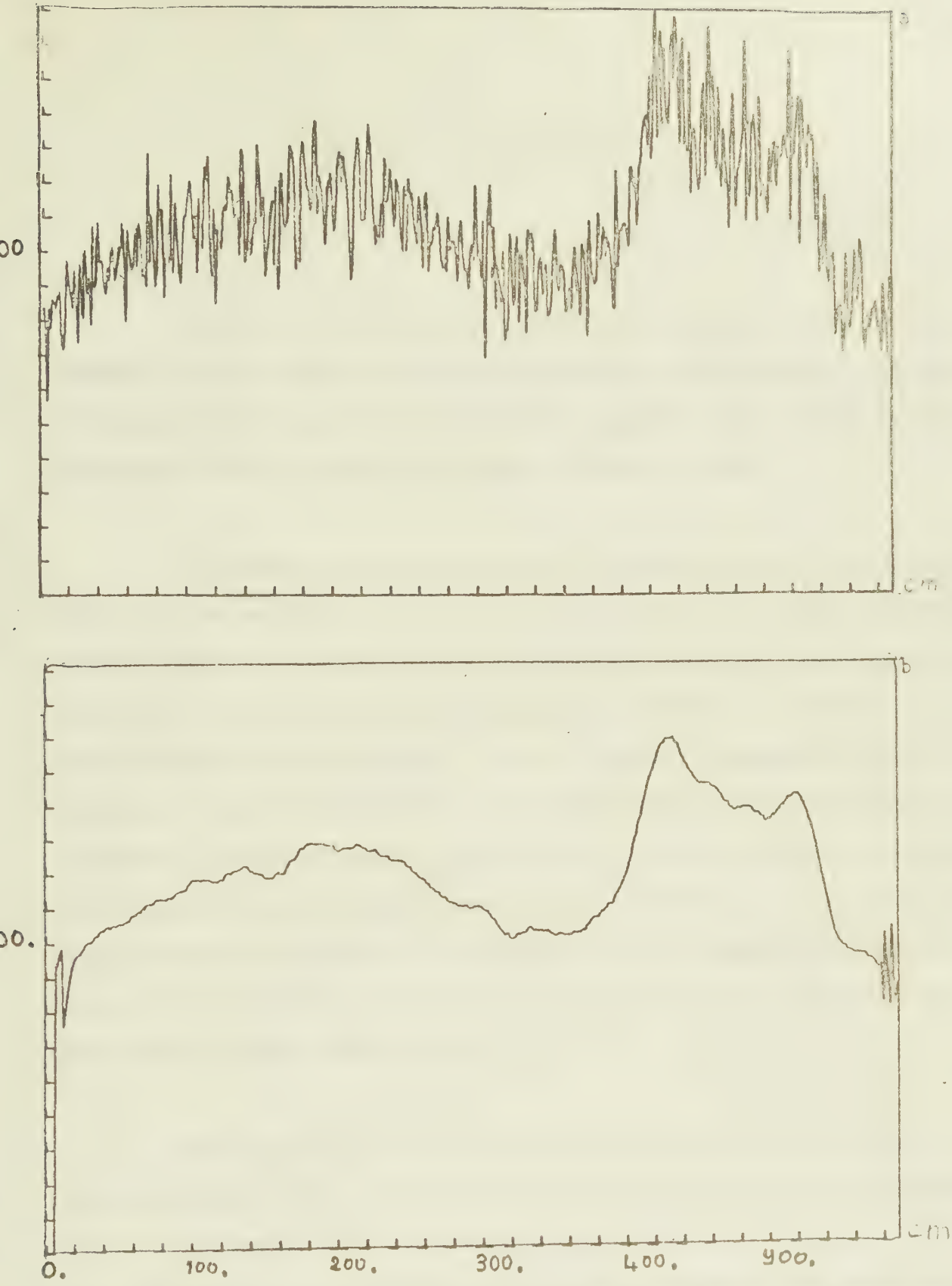


Fig 12 : a) Profil de niveau pathologique avant traitement. Les nombreuses irrégularités correspondent aux fluctuations statistiques.

b) Même profil après traitement numérique. On voit mieux le pic pathologique qui se détache et qui correspond au foyer L4 L5.

O B S E R V A T I O N N° 4

N° 19 567

Madame B... Marthe, 79 ans, souffre de lombalgies depuis trois mois seulement. D'abord évoluant sur un mode mécanique, les douleurs se sont aggravées confinant la malade dans sa chambre. Elle est hospitalisée à la Clinique Rhumatologique de l'HOPITAL COCHIN fin novembre 1971 pour un bilan.

A l'examen, on note un syndrome rachidien net avec un maximum de douleurs au niveau de L3 L4. Par ailleurs, il existe un affaiblissement du réflexe rotulien droit et quelques troubles sphinctériens. Du reste, l'état général est bien conservé. Malgré un syndrome biologique discrètement perturbé avec une vitesse de sédimentation globulaire à 18 mm à la première heure et un nombre normal de globules blancs à l'hémogramme, les radiographies et les tomographies confirment le diagnostic de spondylodiscite L3 L4. En effet, celles-ci mettent en évidence de volumineuses érosions en miroir des plateaux vertébraux, mais il n'y a pas d'image de fuseau paravertébral. L'absence de réaction condensante et constructive au niveau de ce disque et des vertèbres sus et sous-jacentes est en faveur de la nature tuberculeuse de cette spondylodiscite.

En l'absence de porte d'entrée et surtout devant l'existence d'une cutiréaction phlycténulaire , d'une vitesse de sédimentation qui s'est accélérée de 18 à 32 mm, et enfin, d'une hyper-alpha 2 globulinémie (14,5 %), on retient finalement le diagnostic de Mal de Pott malgré des recherches de B K qui sont restées négatives.

.../...

UN TEST AU STRONTIUM 87 m REALISE CINQ MOIS APRES LE DEBUT DE LA MALADIE ET AVANT TOUT TRAITEMENT OBJECTIVE UN FOYER D'HYPERFIXATION TRES INTENSE AU NIVEAU DE L3 L4.

L'état de la malade ne permettant pas de faire une exploration chirurgicale, on institue un traitement associant le repos et une antibiothérapie spécifique. Ce traitement est suivi d'une franche amélioration après quelques semaines. La patiente quitte le service. Elle est revue en Mai et en Juillet 1972 : son état est très satisfaisant ; de nouvelles radiographies mettent en évidence un bloc L3 L4 avec une importante réaction de construction à ce niveau.

O B S E R V A T I O N N° 5

N° 19 146

D... Léon, 67 ans, est hospitalisé dans la Clinique Rhumatologique de l'HOPITAL COCHIN en août 1971 pour une spondylodiscite L2 L3 dont le début remonte à 18 mois auparavant et qui est restée longtemps méconnue. En effet, les lombalgies étaient au début de type mécanique ; toutefois, les clichés radiographiques montrent rétrospectivement une image discovertébrale déjà très suspecte mais qui a été à tort considérée comme une simple arthrose. A l'entrée, le tableau est néanmoins typique associant :

- Une raideur rachidienne importante avec une douleur à la pression des épineuses lombaires hautes ;
- Une vitesse de sédimentation globulaire à 44 mm à la première heur
- une hyperlencocytose à 63 000 globules blancs par mm3.
- des images radiologiques typiques de spondylodiscite (Fig. 13) avec un affaissement du disque L2 L3, de grosses géodes et une discrète image d'abcès bosselant un peu le bord gauche du psoas.

L'intradermo-réaction à la tuberculine est phycténulaire.

UNE SCINTIGRAPHIE RACHIDIENNE AU STRONTIUM 87 m REALISEE AVANT TOUT TRAITEMENT ANTIBIOTIQUE ET 19 MOIS APRES LE DEBUT DE LA MALADIE MONTRE UN FOYER

.../...

NET D'HYPERFIXATION CENTRE SUR L2 L3 (Fig 14).

Un abord direct permet de confirmer la présence de l'abcès du psoas contenant du caseum et de faire un prélèvement biopsique dont l'étude histologique confirme la nature tuberculeuse des lésions. La culture du prélèvement sur l milieu de Lowenstein s'avère positive.

L'antibiothérapie spécifique est débutée le 2 septembre 1971.

DEUX NOUVELLES SCINTIGRAPHIES AU STRONTIUM FAITES RESPECTIVEMENT A UN MOIS (Fig. 16) ET A SEPT MOIS DU DEBUT DU TRAITEMENT MONTRE UNE PERSISTANCE DE L'HYPERFIXATION DONT L'INTENSITE N'A PRATIQUEMENT PAS CHANGE PAR RAPPORT A L'EXAMEN PRECEDENT.

A près sa sortie de l'Hôpital, le malade sera suivi régulièrement. Actuellement, l'évolution du Mal de Pott est satisfaisante :

- sur le plan clinique (le malade ne ressent plus que quelques douleurs mécaniques modérées).
- Sur le plan radiologique, car de nouvelles radiographies faites au mois d'octobre 1971 (Fig. 15) et mieux encore celles du mois d'AVRI 1972, montrent d'importants phénomènes de réparation osseuse avec condensation des vertèbres atteintes et reminéralisation des contou des géodes.

.../...

- Sur le plan biologique, car la vitesse de sédimentation n'est plus que discrètement accélérée (21 mm à la première heure).

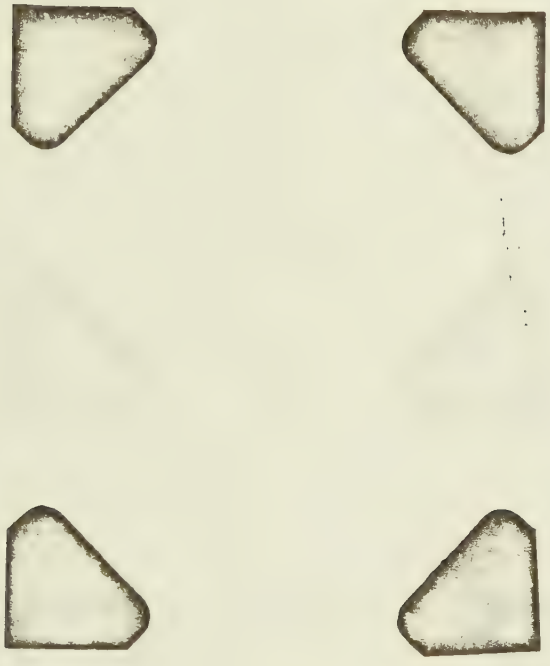


Fig. 13 : Radiographie du 20/08/71
Spondylodiscite L2 L3.

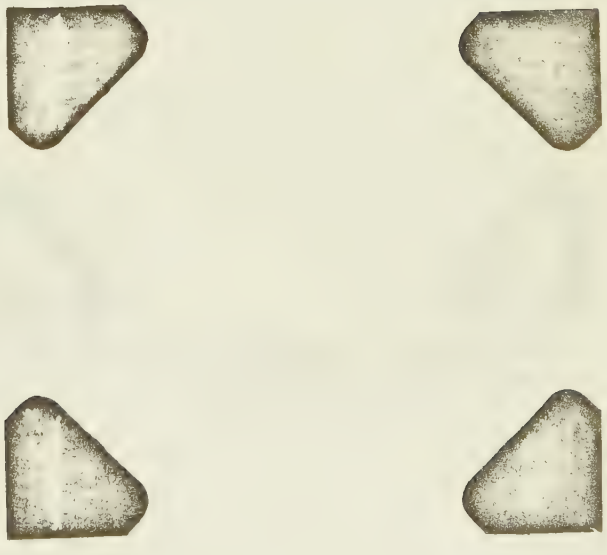


Fig. 14 : Scintigraphie faite le 26/8/71 montrant un intense foyer d'hyperfixation.

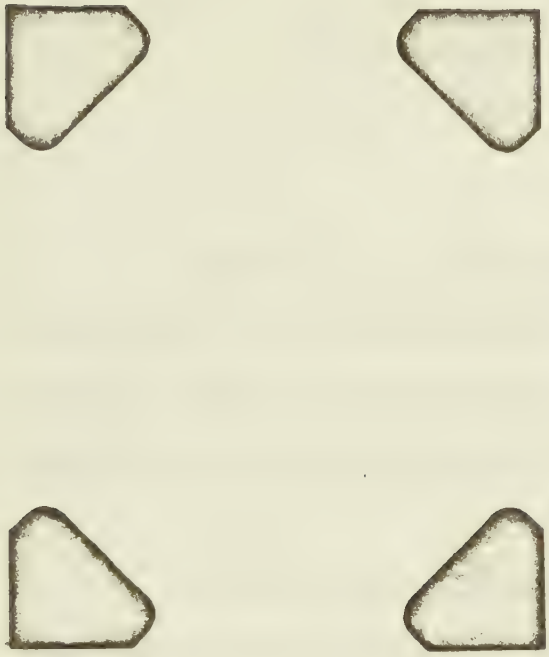


Fig 15 : radiographie du même malade faite le 8/10/71. On note un début de réaction de condensation et de construction.

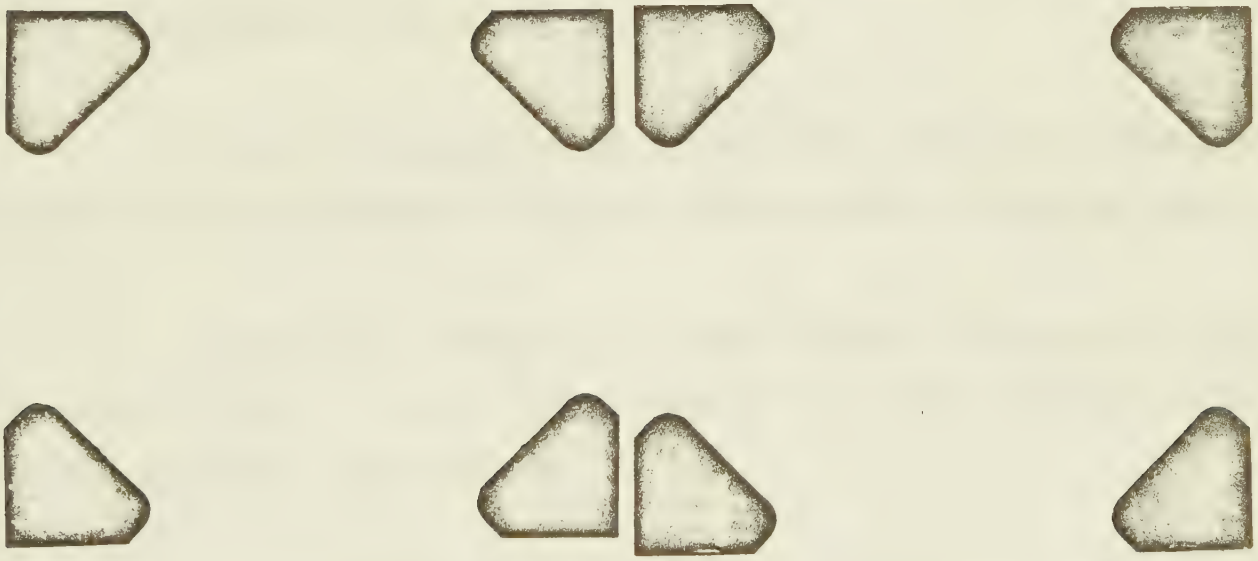


Fig. 16 a : scintigraphie faite le 12/10/71 Il n'y a pratiquement pas de changement par rapport à la scintigraphie précédante.

Fig 16 b : Scintigraphie en couleur traitée sur ordinateur.

O B S E R V A T I O N N° 6

N° 16 463

Madame V... T... TAN, âgée de 34 ans, est hospitalisée à la Clinique Rhumatologique de l'HOPITAL COCHIN fin octobre 1971 pour suspicion de réveil d'un mal de Pott L4 L5 découvert en août 1969, confirmé histologiquement et traité par une antibiothérapie spécifique durant 18 mois avec un bon résultat.

Cinq mois après l'arrêt du traitement, la réapparition de douleurs lombaires nocturnes, l'existence d'une raideur lombaire, d'une douleur à la pression des épineuses, d'une vitesse de sédimentation globulaire à 35 mm à la première heure et l'absence de fusion des corps vertébraux sur la radiographie (Fig 17) fait suspecter un réveil.

UN TEST AU STRONTIUM REALISE 27 MOIS APRES LE DEBUT DE LA MALADIE ET APRES 18 MOIS DE TRAITEMENT NE MONTRE PAS D'HYPERFIXATION AU NIVEAU DU RACHIS.

La disparition spontanée des signes cliniques et biologiques (chute de la VS à 11 mm à la première heure) ainsi que le contrôle radiologique permettent d'infirmer cette hypothèse.

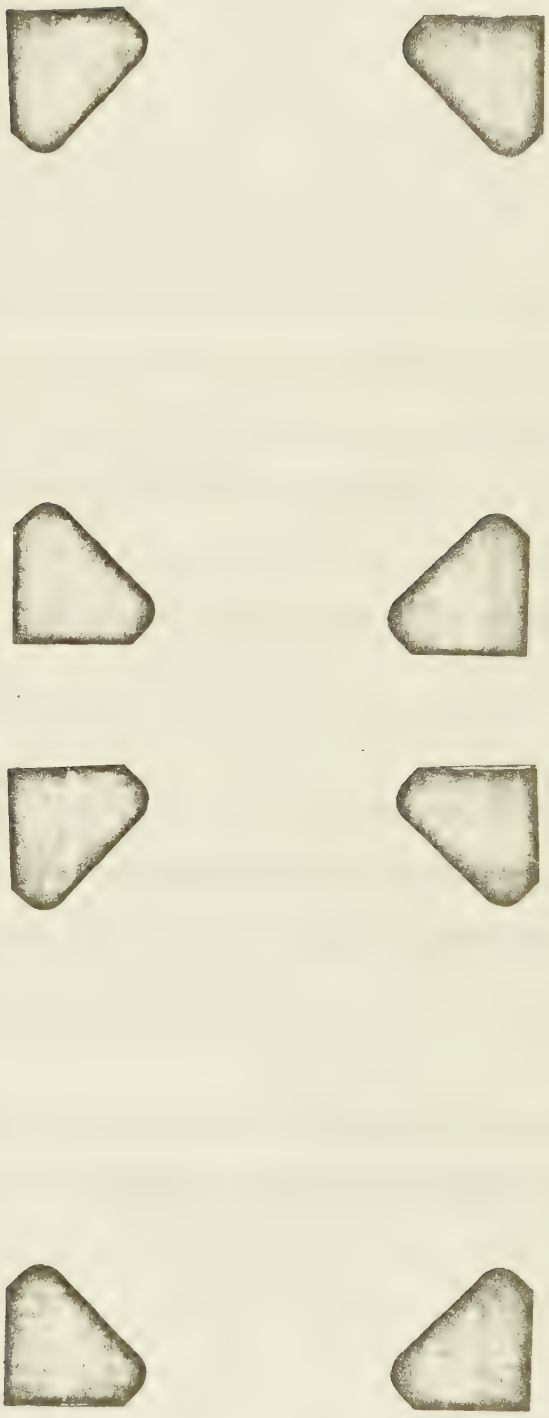


Fig. 17 a et 17 b :

Mal de Pott L4 L5 après 22 mois.
Le traitement terminé, on ne note pas de bloc vertébral.

O B S E R V A T I O N N° 7

N° 17 310

Monsieur H... Areski, 37 ans, a fait un mal de Pott D9 D10, en juillet 1969, absolument typique sur le plan clinique et radiographique et dont le diagnostic a été confirmé en Janvier 1970 par une biopsie chirurgicale des lésions (histologie et bactériologie étaient positives).

Après 18 mois de traitement spécifique, l'évolution de la maladie s'est faite vers la guérison.

On profite d'une nouvelle hospitalisation dans le service en août 1971, motivée par une affection intercurrente pour faire une scintigraphie, alors que le malade ne souffre pas de son rachis et que les radiographies montrent un bloc vertébral D9 D10.

CETTE SCINTIGRAPHIE PRATIQUEE 26 MOIS APRES LES PREMIERS SIGNES DU MAL DE POTT ET 20 MOIS APRES LE DEBUT DU TRAITEMENT NE MET EN EVIDENCE AUCUNE HYPERFIXATION.

O B S E R V A T I O N N° 8

N° 18 994

Monsieur R... Niouga est un homme de 31 ans, originaire de la Haute-Volta. Il présente depuis trois mois un tableau clinique évoquant une spondylodiscite constitué par :

- des douleurs dorso-lombaires nocturnes,
- une altération importante de l'état général avec perte de 8 kgs,
- à l'examen, une contracture et une raideur importantes du rachis dorso-lombaire.

On décide de l'hospitaliser dans le service en Avril 1971. Les examens radiologiques (Fig 18) révèlent un tassement cunéiforme de L 2 ; l'intégrité des disques adjacents doivent en fait faire considérer cette lésion comme une spondylite.

La vitesse de sédimentation globulaire est à 107 mm à la première heure. Les radiographies pulmonaires montrent une image micronodulaire sus et sous claviculaire droite orientant déjà le diagnostic vers une tuberculose pulmonaire et osseuse concomittantes. Celle-ci est confirmée par la découverte de bacilles alcoolo-acido résistant à l'examen direct des crachats.

UNE PREMIERE EXPLORATION AU STRONTIUM 87 m FAITE CINQ MOIS APRES LE DEBUT DE LA MALADIE ET AVANT TOUT TRAITEMENT MONTRE UN FOYER DE TRES FORTE

.../...

HYPERFIXATION AU NIVEAU DE L2 d'une part (Fig 19) et d'autre part, UNE HYPER-FIXATION AU NIVEAU DE LA SACRO-ILIAQUE DROITE (Fig 21) dont l'atteinte est confirmée rétrospectivement par une nouvelle lecture de la radiographie standard du bassin (Fig 20). Cette ostéite, confirmée par de nouvelles tomographies des sacro-iliaques, était nettement visible sur le premier cliché mais pouvait en imposer pour une image de gaz en raison de l'existence d'une aérocolite. Le malade est mis sous traitement spécifique le 15 mai 1971.

Au cours de l'évolution de la maladie, CINQ AUTRES SCINTIGRAPHIES de contrôle seront faites respectivement en juin, septembre, novembre de l'année 1971, puis en avril et en juillet de l'année 1972. Tout au long de ces 15 mois, après le traitement, on notera une persistance de l'hyperfixation en regard de L2 ; l'intensité de l'activité diminuera notablement en niveau de la sacro-iliaque droite.

Pendant que le malade est toujours sous traitement, l'état clinique et radiologique du foyer pottique suit par ailleurs une courbe favorable.

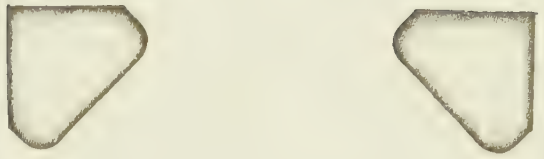
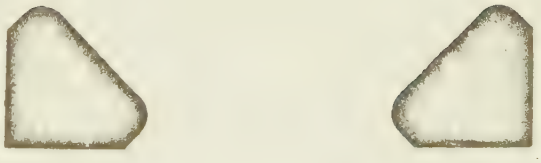


Fig 18 : Spondylite L2. Noter l'intégrité des disques adjacents.

Fig 19 : Scintigraphie mettant en évidence un foyer d'hyperfixation au niveau de L2.



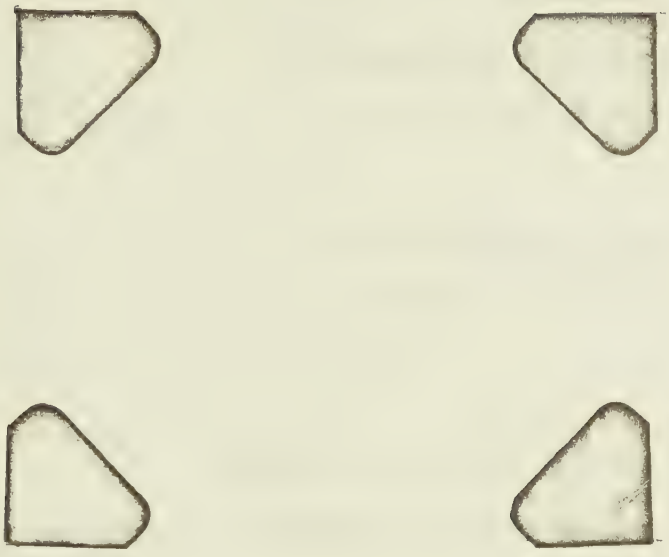


Fig. 20 : Radiographie du bassin ; on pouvait déjà noter l'atteinte de la sacroiliaque droite.

Fig. 21 : Scintigraphie mettant en évidence une hyperfixation en regard des deux sacroiliaques surtout à droite ; le foyer inférieur correspond à l'accumulation du strontium dans la vessie.

B - GROUPE DE MALADES ATTEINTS D'AFFECTIONS POUVANT FAIRE EVOQUER UNE SPONDYLODIXITE INFECTIEUSE

O B S E R V A T I O N N° 9

N° 19 457

Madame H... Lucienne, a été hospitalisée en janvier 1969, à l'âge de 69 ans, à l'HOPITAL DE BICETRE pour des dorsalgies tenances et rebelles et pour une image disco-vertébrale qui a fait suspecter un mal de Pott et qui a conduit à une biopsie chirurgicale ; celle-ci, en montrant des lésions dégénératives banales, a permis d'éliminer la tuberculose au même titre qu'une quelconque infection vertébrale.

Une recrudescence des dorsalgies depuis quelques semaines à laquelle s'associe une altération de l'état général motive une hospitalisation à la Clinique Rhumatologique de l'HOPITAL COCHIN. La malade souffre alors de violentes douleurs incomplètement calmées par le décubitus ; mais elle est apyrétique et la mobilité rachidienne n'est que modérément limitée. Les radiographies montrent outre une déminéralisation diffuse des corps vertébraux, une diminution de la hauteur du disque D 9 D 10 et de profondes encoches des plateaux vertébraux adjacents. L'existence d'images d'hernies intraspongieuses à d'autres étages et la netteté des contours des encoches dont les bords sont soulignés par un liseré de condensation permettent d'emblée de considérer ces lésions comme très vraisemblablement séquellaires d'une maladie de Scheuermann.

.../...

UNE SCINTIGRAPHIE AU STRONTIUM EST FAITE AU COURS DE L'HOSPITALISATION. ELLE NE MET EN EVIDENCE AUCUN FOYER D'HYPERFIXATION.

L'absence de perturbation de la vitesse de sédimentation globulaire et de l'hémogramme, la régression des douleurs sous l'effet d'un simple traitement antalgique et la stabilité des images radiologiques sur des clichés ultérieurs ont permis de confirmer le diagnostic de séquelles d'épiphysite vertébrale.

O B S E R VA T I O N N° 10

N° 19 954

Monsieur A... Alain, 27 ans, est hospitalisé à la Clinique Rhumatologique de l'HOPITAL COCHIN en 1972 pour des lombalgies hautes d'intensité moyenne mais persistant depuis sept mois malgré des antalgiques et permanentes diurnes et nocturnes, pour une altération de l'état général avec chute pondérale de 5 kgs, et pour une image radiologique discovertébrale en L1 L2 ; cette dernière évoque une épiphysite vertébrale mais peut, à la rigueur, faire discuter une spondylodiscite en raison du contexte clinique : léger affaissement discal, et érosions et encoches des plateaux adjacents.

UNE SCINTIGRAPHIE AU STRONTIUM REALISEE AU COURS DE L'HOSPITALISATION NE MET EN EVIDENCE AUCUN FOYER D'HYPERFIXATION AU NIVEAU DU RACHIS.

Le diagnostic d'épiphysite vertébrale sera confirmé par une vitesse de sédimentation globulaire normale, l'aspect des tomographies et par l'évolution des signes cliniques et radiologiques.

L'existence d'un syndrome dépressif explique en fait la tonalité un peu suspecte des douleurs et l'existence de l'altération de l'état général qui apparait ainsi sans rapport avec l'image disco-vertébrale.

O B S E R V A T I O N N° 11

Monsieur D... Luis, 38 ans, menuisier et originaire du Portugal, est hospitalisé dans la Clinique Rhumatologique de l'HOPITAL COCHIN pour des lombalgies chroniques datant de plusieurs mois de type mécanique.

L'examen clinique ne montre qu'une discrète limitation du rachis et les examens biologiques sont normaux. Toutefois les clichés radiographiques mettent en évidence une encoche au niveau du plateau supérieur de L 2. La parfaite limitation de cette image par une condensation sur les tomographies la fait considérer sans doute comme une hernie intraspongieuse.

L'EXPLORATION OSSEUSE AU STRONTIUM PRATIQUEE HUIT MOIS APRES LE DEBUT DES DOULEURS NE MONTRE PAS D'ANOMALIE DE REPARTITION DE L'ISOTOPE AU NIVEAU DU RACHIS PAR LA METHODE DES PROFILS.

D'ailleurs, la disparition des douleurs sous l'effet du repos au lit et des antalgiques et l'absence d'aggravation des lésions radiologiques est en fait contre l'hypothèse d'une spondylodiscite infectieuse.

OBSERVATION N° 12

Madame L... Renée est une femme âgée de 38 ans. Elle souffre de son dos depuis plusieurs mois. L'aggravation récente de ses douleurs motive une hospitalisation pour un bilan.

Sur les radiographies, on note des images typiques de dystrophie vertébrale (séquelles de maladie de Scheuermann) et surtout un pincement du disque D 11-D 12. Il n'y a pas de fuseau paravertébral.

Bien que la malade soit subfébrile le soir, la vitesse de sédimentation globulaire est normale.

Il n'y a aucune porte d'entrée et les recherches à point de départ tuberculeux sont négatives.

Devant cette image radiologique douteuse, on évoque l'opportunité d'un abord direct dans un but diagnostique. On se décide finalement pour l'expectative après avoir demandé UN TEST AU STRONTIUM 87 m QUI N'A MIS EN EVIDENCE AUCUNE HYPERFIXATION AU NIVEAU DU RACHIS. La malade est mise au repos absolu ; quelques semaines plus tard son état général s'améliore nettement et ses douleurs dorsales disparaissent.

O B S E R V A T I O N N° 13

N° 18 661

Madame D... Suzanne, 56 ans, entre dans la Clinique Rhumatologique de l'HOPITAL COCHIN pour une suspicion de spondylodiscite infectieuse L4-L5 en avril 1971. Elle souffre depuis deux ans de lombalgies basses avec sciatalgie. Les radiographies faites en ville mettent en évidence un pincement discale avec une discrète altération du plateau inférieur de L 4. Dans l'anamnèse, on retient la notion d'une fièvre ondulante et la recrudescence des poussées douloureuses et thermiques à chaque fois que la malade consomme du fromage de chèvre frais, orientant déjà le diagnostic vers une brucellose.

A l'entrée, il existe :

- un état subfébrile avec deux clochers à 39°, mais il n'y a pas d'altération de l'état général.
- une limitation de la mobilité du rachis lombaire avec une distance main -sol à 30 cm.
- une vitesse de sédimentation accélérée à 27 mm à la première heure et un chiffre normal de globules blancs à l'hémogramme.

Par ailleurs, on ne palpe ni gros foie ni grosse rate.

Les radiographies standard du mois d'Avril 1971 mettent en évidence

.../...

un affaissement très important du disque L4-L5 ; le coin antérieur du plateau inférieur de L 4 présente une vaste érosion aux limites floues, soulignée par une plage d'ostéocondensation elle-même mal limitée. Les tomographies (Fig 22) confirment le pincement du disque et montrent sur les coupes à 9,5 cm de petites érosions du plateau inférieur de L 4 et une image érosive en regard du niveau de la partie gauche du plateau supérieur de L 5.

Ce tableau clinique et radiologique fait discuter :

- une spondylodiscite infectieuse notamment brucellienne,
- ou simplement une discarthrose pseudo-pottique, les lésions radiologiques sur les tomographies étant en faveur de cette hypothèse.

Plusieurs sériodiagnostics de Wright sont négatifs et les recherches à point de départ tuberculeux sont restées infructueuses. Les hémocultures ne mettent en évidence aucun germe.

UN PREMIER TEST AU STRONTIUM 87 m FAIT EN MAI 1971 NE MONTRE PAS DE FOYER D'HYPERFIXATION EN REGARD DES LESIONS RADIOLOGIQUES.

Après une épreuve de repos de trois mois au Centre Médico-Chirurgical de Villiers Saint Denis, une nouvelle hospitalisation ne montre qu'une amélioration clinique incomplète. La courbe de température et la vitesse de sédimentation sont redevenues normales. Cependant, un remaniement suspect des lésions sur de

.../...

nouvelles tomographies (Fig 23) accroit le doute en faveur d'une spondylodiscite.

UN NOUVEAU TEST AU STRONTIUM FAIT TROIS MOIS APRES LE PREMIER RESTE NEGATIF (Fig 24).

On décide de faire un abord chirurgical afin de posséder une preuve diagnostique et instituer une thérapeutique efficace. L'examen histologique du prélèvement biopsique ne montre que des lésions dégénératives sans lésions inflammatoires spécifiques ou évolutives.

La surveillance de l'état clinique et biologique de la malade confirme la nature dégénérative des lésions. La fièvre et l'accélération de la vitesse de sédimentation globulaire notées lors de la première hospitalisation sont en fait rétrospectivement expliquées par une infection urinaire, objectivée par un compte d'Addis très perturbé et traitée par des antibiotiques urinaires.

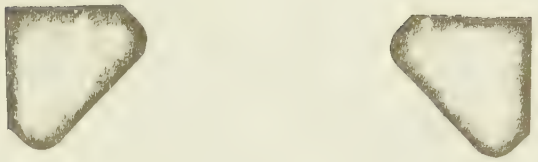


Fig. 22 : Tomographie faite le 13/04/71

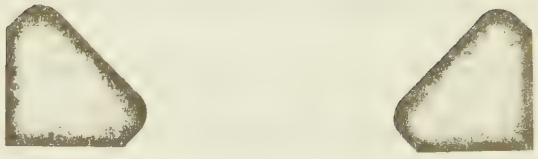


Fig. 23 : tomographie faite le 16/08/71 mettant en évidence une discrète aggravation des lésions.

Fig. 24 : Scintigraphie du rachis ne montrant aucun foyer d'hyperfixation.

O B S E R V A T I O N N° 14

N° 16 392

C... Alain est un homme de 31 ans opéré en mai 1969 pour une sciatique S1 gauche par hernie discale. Son état est satisfaisant jusqu'en mars 1971, puis réapparaissent des lombalgies très vives et une sciatique droite de topographie batarde. L'examen montre outre un signe de Lasègue à 75°, une très importante rigidité rachidienne. Les radiographies montrent des images pouvant faire suspecter une spondylodiscite : le disque L5 S1 est très affaissé avec des érosions à bords flous du coin postéro-inférieur de L5 sur le profil. On évoque la possibilité de séquelles de l'intervention pour expliquer cette image, mais en l'absence de documents radiographiques antérieurs disponibles, on décide d'hospitaliser le malade en avril 1971, ceci afin de faire un bilan et de ne pas laisser évoluer une spondylodiscite post-opératoire probable bien que le contexte clinique ne fournisse pas d'argument en faveur de cette hypothèse : en effet, il n'existe aucun syndrome infectieux, aucune porte d'entrée, aucune perturbation biologique pour étayer le diagnostic de spondylodiscite.

UNE SCINTIGRAPHIE AU STRONTIUM 87 m EST REALISEE DEUX MOIS APRES L'APPARITION DES DOULEURS ET AVANT TOUT TRAITEMENT NE MONTRE PAS D'HYPERFIXATION AU NIVEAU DE L5.

La symptomatologie clinique récente a été en fait en rapport avec une nouvelle hernie discale intéressant le disque L4 L5 qui nécessita une intervention et les images radiologiques constatées en L5 S1 correspondaient rétrospectivement à de simples lésions dégénératives.

OBSERVATION N° 15

N° 8979

C... Maurice est un homme de 75 ans ; il est atteint d'une polyarthrite rhumatoïde depuis 40 ans qui a viré récemment vers une P.A.N. par l'apparition d'une multinévrite massive au niveau des membres supérieurs et de lésions cutanées à type de névrose distale justa-inguéale. Une hospitalisation est décidée en octobre 1971 à la suite d'une poussée inflammatoire avec altération de l'état général. Le bilan radiologique révèle, outre les lésions typiques d'une polyarthrite rhumatoïde, une image de spondylodiscite C 3 C 4 avec :

- disparition de l'interligne,
- diminution très nette de la hauteur des corps vertébraux adjacents qui sont parsemés de microgéodes.

De même, les plateaux vertébraux en regard du disque C 6 C 7 sont légèrement grignotés.

Devant ces images, on discute deux diagnostics :

1) - Une spondylodiscite à germes banals au cours d'une P.A.N. car le malade a une infection à protéus.

2) - une spondylodiscite inflammatoire.

.../...

UN TEST ISOTOPIQUE REALISE EN DEHORS DE TOUT TRAITEMENT ANTIBIOTIQUE ET APRES UN DELAI PAR RAPPORT AU DEBUT DE LA LESION DIFFICILE A DETERMINER, NE MONTRE AUCUNE ELEVATION FRANCHE DE L'ACTIVITE DU STRONTIUM AU NIVEAU DU RACHIS CERVICAL.

Finalement cette spondylodiscite est considérée comme inflammatoire en l'absence d'hyperlencocytose franche et en fonction de l'évolution clinique et radiologique de cette lésion.

O B S E R V A T I O N N° 16

N° 17 556

Madame D... Denise, 64 ans, est hospitalisée dans le service au début du mois de Mars 1972 pour le bilan d'une P.A.N.

La maladie a commencé par une polyarthrite étiquetée rhumatoïde en 1953; en Septembre 1971, l'apparition d'une multinévrite a permis d'authentifier une maladie de Kussmaül. Au cours de cette hospitalisation, des radiographies systématiques du rachis cervical mettent en évidence des images de spondylodiscite C5 C6 constituées par :

- des irrégularités des plateaux vertébraux adjacents,
- et un pincement des disques C5 C6 et C6 C7.

L'interrogatoire retrouve seulement la notion de cervicalgies intermittentes depuis plusieurs années, assez intenses, de type essentiellement mécanique. L'absence de porte d'entrée, de syndrome infectieux, d'hyperleucocytose, ainsi que le siège et l'aspect des lésions radiologiques évoquent une spondylodiscite inflammatoire plutôt qu'une infection discovertébrale et l'évolution clinique et radiologique confirmera cette hypothèse.

LA SCINTIGRAPHIE AU STRONTIUM FAITE AU COURS DE CETTE HOSPITALISATION NE MET EN EVIDENCE AUCUN FOYER D'HYPERFIXATION EN REGARD DES IMAGES RADIOLOGIQUES.

3 ANALYSE DES RESULTATS(TABLEAUX III ET IV)

A - RESULTATS DE LA SCINTIGRAPHIE DANS LES SPONDYLODISCITES INFECTIEUSES (Tableau III)

1) - Avant traitement

Une scintigraphie a été faite chez cinq malades (Obs. N° 1, 2, 4, 5, 8) avant tout traitement. Chez ces malades dont la spondylodiscite était évolutive (le délai entre le début des symptomes et le test s'échelonnant entre quatre et neuf mois), l'exploration isotopique s'est révélée constamment positive et toujours avec un foyer d'hyperfixation très net.

2) - Données de la scintigraphie à un stade ultérieur

Nous avons réalisé neuf scintigraphies chez quatre malades (Obs. N° 5, 6, 7, 8), plusieurs mois après le début du traitement. Dans les observations 6 et 7 (dans lesquelles l'infection tuberculeuse avait commencé respectivement depuis 27 et 26 mois) après 18 mois de traitement spécifique, le test a été négatif bien que dans ces deux observations il y ait eu un abord direct du foyer vertébral juste avant le début du traitement.

Par ailleurs, le taux d'activité est toujours élevé après 5 et 15 mois de traitement respectivement dans les observations n° 5 et n° 8.

Avec un nombre de cas aussi petit, nous ne pouvions préciser si les

.../...

taux d'activité observés dans les spondylodiscites à germes banals étaient différents de ceux observés dans les spondylodiscites tuberculeuses.

B - RESULTATS DANS LES AUTRES AFFECTIONS VERTEBRALES :

Dans ce groupe de huit malades constitué par quatre sujets atteints de séquelles de maladie de Scheuermann, deux cas d'arthrose pseudo-pottique et de deux spondylodiscites inflammatoires, neuf scintigraphies au Strontium ont été réalisées et dans tous ces cas le test a été négatif.

T A B L E A U III

n° obs	Age	Sexe	Diagnostic	Activité clinique	délai entre test et début maladie	Sr 87m	Rx	Biopsie	Remarques
1	70	F	spond. g.b.	E A	5 mois	+	+	+	
2	59	F	spond. g.b.	E A	5 mois	+	+	+	8 mois après opér.
3	76	M	spond. g.b.	E A	4 mois	+	+		
4	79	F	Pott	E.A	3 mois	+	+		
5	67	M	Pott	E A	19 mois	+	+	+	
6	34	F	Pott	E A ?	27 mois	-	+	+	
7	37	M	Pott	E O	26 mois	-	+	+	17 mois après opé:
8	31	M	Pott	E A	5 mois	+	+		2 foyers.

Tableau III : Analyse de malades porteurs d'une spondylodiscite infectieuse.

Clef : Spond. g.b. : spondylodiscite à germes banals

A : active cliniquement

O : quiesciente ou guérie

E : Tableau clinique en faveur d'une spondylodiscite infectieuse.

T A B L E A U IV

n° obs	Age	Sexe	Diagnostic	Activité clinique	délai entre test et début maladie	Sr 87m	Rx	Biopsie	Remarques
9	71	F	S. Scheuer.	N	10 ans	-	+		
10	27	M	S. Scheuer.	N	6 mois	-	+		
11	38	M	S. Scheuer.	N	indéterm.	-	+		
12	38	F	S. Scheuer.	E? O	indéterm.	-	+		
13	56	F	Ar p Pott	E? A?	2 ans	-	+	+	
14	31	M	Ar p Pott	N	3 mois	-	+	+	
15	75	F	P. A. N.	E? A	indéterm.	-	+		
16	64	F	P. A. N.	E? A	indéterm.	-	+		

Tableau IV : Analyse des malades porteurs d'affections disco-vertébrales dégénératives ou inflammatoires.

Clef : S. Scheuer : séquelle de maladie de Scheuermann

Ar p Pott : Arthrose pseudopottique

M.R. ; Maladie rhumatoïde

A : active cliniquement

A ? : probablement active

O : quiescente ou guérie

E ? : quiescente ou guérie probablement en faveur d'une spondylodiscite infectieuse.

N : quiescente ou guérie non en faveur d'une spondylodiscite infectieuse.

COMMENTAIRES

I - INTERET DU STRONTIUM POUR LE DIAGNOSTIC DES SPONDYLODISCITES

a) Dans notre étude la scintigraphie au Sr 87 m semble susceptible de fournir des renseignements très fidèles pour distinguer une spondylodiscite infectieuse de la plupart des autres lésions disco-vertébrales, puisque nous avons trouvé une hyperfixation chez tous nos malades atteints d'une spondylodiscite infectieuse encore non traitée, et chez aucun de nos patients atteints d'autres affections discovertébrales (séquelles d'épiphysite vertébrale, arthrose et spondylodiscite inflammatoire).

Notons en outre qu'il existait chez nos malades une concordance étroite entre le siège des images de spondylodiscite sur les clichés et celui des foyers isotopiques (Tableau V).

TABLEAU V

Observ. n°	localisation radiologique	localisation isotopique
1	D10 - D11	D10
2	L5 - S1	L5
3	L4 - L5	L5
4	L3 - L4	L3 - L4
5	L2 - L3	L2 - L3
8	L2	L2

Tableau V : Concordance entre les foyers radiologiques et les foyers isotopiques.

b) Nos résultats sont dans l'ensemble en accord avec ceux de la littérature

- Les données de la scintigraphie au Sr 85 dans les spondylodiscites infectieuses ont été étudiées respectivement par MAC FELLANDER et Coll (35) qui ont rapporté en 1966 les résultats obtenus chez 54 malades porteurs d'un Mal de Pott et chez 21 malades atteints d'une spondylodiscite à germes banals, et par DEFIORE, LINDBERG et RANAWAT (23) en 1970 qui ont exploré 21 malades souffrants d'une spondylodiscite infectieuse.

Comme nous, ces auteurs ont observé des fixations de Strontium très élevées dans les spondylodiscites infectieuses évolutives, bien localisées en regard des foyers discovertébraux. Pour ces auteurs, l'examen isotopique permet même d'objectiver des spondylodiscites soupçonnées cliniquement et radiologiquement douteuses confirmant l'opportunité d'une biopsie chirurgicale et permettant de la diriger. Nous n'avons pu malheureusement étudier personnellement aucun malade de ce type.

Par contre, pour MAC FELLANDER, la technique isotopique n'a aucune valeur dans la distinction entre une spondylodiscite tuberculeuse d'une spondylodiscite à germes banals ; car les taux de fixation étaient, en règle, de la même importance dans les deux types de foyers. Cependant, les valeurs les plus élevées ont été observées dans les spondylodiscites à germes banals, ce qui cadre bien avec la survenue de signes de reconstruction osseuse plus précoces et plus marqués au cours de celles-ci.

.../...

- Dans les autres affections discovertébrales :

. On pourrait s'étonner de l'absence d'hyperfixation du strontium sur ces lésions car S. DESEZE et RYCKEWAERT (47) admettent que les lésions fondamentales de l'épiphysite vertébrale sont constituées par des ilots de nécrose des plaques contilagineuses et des épiphyses, entourées par une coque d'ostéosclérose réactionnelle et on a montré l'existence de foyers d'hyperfixation en regard de certaines ostéonécroses osseuses. En fait le caractère négatif du test s'explique sans doute ici par le caractère ancien de la nécrose qui s'est constituée au cours de l'adolescence.

Par ailleurs, les modifications arthrosiques qui les compliquent parfois sont bien connues pour ne pas entrainer un grand bouleversement du métabolisme minéral de l'os.

Ces résultats ont été trouvés par KETTUNNEN et Coll (30) et même, en fait, à un stade plus précoce de la maladie : ces auteurs ont étudié 18 adolescents atteints d'une maladie de Scheuermann et 8 malades porteurs d'une fracture vertébrale et n'ont pas trouvé d'anomalie de la fixation du Sr 85 chez le premier groupe. A la fin de la croissance ils ont noté cependant une discrète hyperfixation en regard de certaines lésions séquellaires compliquées d'une discrète arthrose.

. Les données de la fixation au Sr 85 sur des lésions arthrosiques ont été étudiées par BAUER et SCOCCIANTI (1961) et par DEFIORE et Coll (22 ; 23). Ces auteurs ont mis en évidence de discrets foyers d'hyperfixation en

.../...

Regard de lésions arthrosiques, mais uniquement au moyen d'une méthode de détection extrêmement fine ; ces foyers pouvant être aisément distingués de ceux beaucoup plus intenses qui traduisent une spondylodiscite. Ces auteurs n'ont pas trouvé de différence significative entre la fixation totale sur l'ensemble du rachis de malades porteurs d'arthroses discovertébrales et celle du groupe témoin.

D'ailleurs, en comparant nos deux cas de discarthrose pseudopottique (Obs. 13 et 14), aucune hyperfixation de Sr 87 m n'a été observée en regard des lésions radiologiques.

. Le diagnostic entre les spondylodiscites infectieuses et certaines spondylodiscites inflammatoires peut être très difficile. Certes, le diagnostic de celles-ci est habituellement facilité par le fait qu'elles s'intègrent en général dans le cadre d'une spondylarthrite ankylosante ou plus exceptionnellement d'une polyarthrite rhumatoïde ; mais les problèmes posés par certaines spondylodiscites inflammatoires isolées individualisées récemment par VERHAEGUE en 1966 et par S. DE SEZE, un an plus tard peuvent être presque insolubles en l'absence de contrôle histologique. C'est pourquoi l'absence d'hyperfixation en regard des deux spondylodiscites très vraisemblablement rhumatoïdes (Obs. 16 et 17) que nous avons étudiées nous semble revêtir un gros intérêt ; encore faudrait-il que cette notion soit confirmée sur un plus grand nombre de malades. Elle semble en effet quelque peu surprenante puisque MAC CREADY (1966) a rapporté des cas d'hyperfixation du Strontium 85 en regard d'arthrite rhumatoïde, celle-ci touchant toutefois des articulations périphériques.

.../...

II - INTERET DU STRONTIUM POUR SUIVRE L'EVOLUTION D'UNE SPONDYLODISCITE

Avant d'aborder ce deuxième aspect du sujet, on doit considérer deux conditions différentes ; toutes deux peuvent être à l'origine d'une hyperfixation de l'isotope, notamment l'évolutivité de l'infection et la réparation osseuse post-opératoire consécutive aux résections osseuses et au nettoyage chirurgical des cavernes pratiquées dans certains cas dans un but diagnostic et/ou thérapeutique. En effet, tant que l'infection continue à évoluer, le foyer continue à fixer le strontium d'une façon intense : c'est le cas de l'observation n° 5 où le Mal de Pott évoluait depuis 19 mois avant l'hospitalisation et le traitement du malade dont le foyer fixait encore intensément l'isotope.

Il semble donc intéressant d'étudier l'influence du délai entre le début du traitement et la scintigraphie et non entre le début de la maladie et le test.

Dans notre étude, deux malades seulement (Obser. 5 et 8) ont eu plusieurs examens isotopiques de contrôle. Nous n'avons pu étudier l'intérêt évolutif du test que dans l'abservation n° 8, dans laquelle six scintigraphies ont pu être pratiquées dans des délais allant de 1 à 4 mois. La courbe de fixation en fonction du temps chez ce malade est très significative (Fig 25) ; au niveau du foyer rachidien, l'activité baisse à partir du deuxième mois, mais la pente de la courbe diminue nettement à partir du sixième mois (au niveau de la sacro-iliaque, qui était le siège d'une sacro-coxalgie, la chute de la fixation est plus rapide au début, mais elle semble se stabi-

.../...

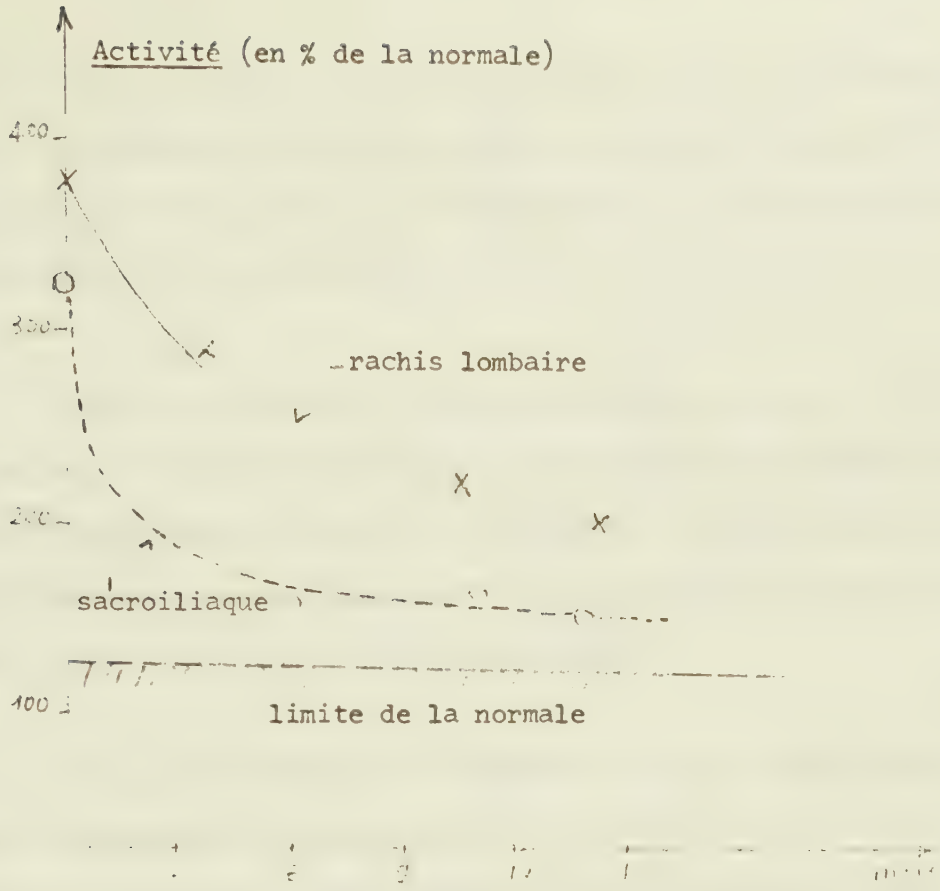


Fig. 25 : Evolution de la fixation du Sr 87 m en fonction du temps au niveau du foyer vertébral et de la sacroiliaque droite.

liser à un niveau beaucoup plus bas à partir du sixième mois).

L'on dispose par ailleurs de scintigraphies concernant des spondylodiscites tuberculeuses (Obser. 6 et 7), faites plus de 20 mois après le début du traitement : la fixation du strontium était alors normale.

Les données de la littérature se rapportant aux délais de la fixation sont extrêmement restreintes. FELLANDER pense simplement que l'intensité de la fixation décroit lors de la guérison sans préciser les délais pour la

.../...

plupart de ses malades ; chez les cinq malades qui ont été opérés, la fixation n'est redevenue normale en regard du foyer que trois ans et demi plus tard et l'auteur pense que l'intervention est susceptible d'accroître la persistance de l'hyperfixation.

Quoiqu'il en soit, la longue persistance du foyer d'hyperfixation fait que les renseignements fournis par le Strontium ne semblent guère avoir d'intérêt pratique pour surveiller l'évolution d'une spondylodiscite ; la persistance de l'hyperfixation durant de nombreus mois ne signifie pas que le foyer infectieux n'évolue pas favorablement.

La scintigraphie peut néanmoins avoir un intérêt chez un sujet porteur d'une spondylodiscite ancienne et apparemment guérie chez qui la réapparition de douleurs fait soulever un réveil évolutif ; dans ce cas, si la scintigraphie ne montre pas d'hyperfixation, la récidive apparait peu probable (Obser. n° 6) alors qu'il faut la redouter dans le cas contraire comme le montre une observation de FELLANDER : cet auteur rapporte le cas d'un homme atteint d'un Mal de Pott L3 L4 et traité par greffe vertébrale. Huit ans après, alors que jusqu'à cette date il n'a accusé aucune douleur, il consulte pour un lumbago. L'examen clinique ne révèle aucun signe particulier et la radiographie ne montre aucun changement depuis 4 ans, mais un réveil incipiens ne peut être exclu. La scintigraphie au strontium révèle une hyperfixation et la radiographie un an après, met en évidence des signes évidents de rechute.

CONCLUSION

C O N C L U S I O N

Au terme d'une étude de la scintigraphie rachidienne au Strontium 87 m chez 16 malades atteints d'affections discovertébrales et d'une revue de la littérature, il apparait :

1) - Que cet examen est capable de fournir des arguments précieux pour distinguer les spondylodiscites infectieuses en phase évolutive constamment traduites par un foyer d'hyperfixation extrêmement intense, d'autres affections discovertébrales qui peuvent les simuler, telles que les séquelles d'une maladie de Scheuermann, ou les arthroses en particulier dans les formes pseudopottiques , dont la traduction scintigraphique comporte une fixation normale ou tout au plus un très discret foyer d'hyperfixation. Nous n'avons enfin pas constaté de fixation anormale en regard de deux spondylodiscites rhumatoïdes, mais ce résultat ne peut être admis sans confirmation.

2) - Que les données de cet examen sont sensiblement identiques au cours des maux de Pott et de spondylodiscites à germes banals.

3) - Que la scintigraphie n'a guère d'intérêt pour surveiller l'évolution d'une spondylodiscite infectieuse, mais qu'elle est toutefois susceptible de fournir des arguments en faveur d'un réveil effectif de l'infection lorsqu'on soupçonne une rechute en présence d'une spondylodiscite très ancienne.

UNIVERSITE DE PARIS V RENE DESCARTES

FACULTE DE MEDECINE DE COCHIN PORT ROYAL

THESE

pour le

DOCTORAT EN MEDECINE

(Diplôme d'Etat)

VU
et PERMIS D'IMPRIMER
LE RECTEUR
DE L'ACADÉMIE DE PARIS

par

Abdelali BOUCHAREB
né le 3 Mai 1943, à SEFROU (MAROC)

Présentée et soutenue publiquement le

APPORT DU STRONTIUM 87m DANS LE DIAGNOSTIC DES SPONDYLODISCITES INFECTIEUSES

Vu le Doyen

Président : M. DELBARRE , Professeur

BIBLIOGRAPHIE

B I B L I O G R A P H I E

1 - AHLBACH S.

Osteonecrosis of the knee

Calc. Tiss. Res., 2, supple. (1968), 36 - 36 A.

2 - ANDERSON J., et Coll.

Radiocalcium uptake in the bone of the foot

Brit. J. Radiol., 43, 168-178, 1970

3 - BABAINTZ, L.

Les ostéoporoses

Radiol. Clin. 16, 291, 1947

4 - BABAINTZ, L.

Les ostéopathies atrophiques.

J. Radiol. électro., 29, 333-361, 1948.

5 - BACHMAN, A.L. and SPROUL, E.C.

Correlation of radiographic and autopsy findings in suspected metastases in the spine.

Bull. N.Y. Acad. Med., 31, 146, 1955.

6 - BAUER, G.C.H., and WENDEBERG, B.

External counting Ca 47 and Sr 85 in studies of localized skeletal lesions in man.

J. Bone Joint Surg., 41 B, 558, 1959

7 - BAUER G.C.H., CARLSSON A. and LINDQUIST B.

Bone salt metabolism in humans studied by mean of radiocalcium.

Acta. Med. Scand., 158, 143, 1957.

8 - BAUER G.C.H. and SCOCIANTI P.

Uptake of Sr 85 in non malignant vertebral lesions in man.

Acta Orthop. Scand, 31, 90, 1961.

9 - BOHNE W.H.

Osteonecrosis of the knee. Sr 85 scintimetry and anatomie findings.

Cale. Tiss. Res., 2, suppl. (1968), 37-37 A.

10 - BOLLIGER T.T., WITCOFSKI R.A., WHITLEY J.E., and MAYNARD .., C.D.

The demonstration of extracranial neoplasms with $^{99\,m}Tc$ pertechnetate

J. Nucl. Med., 6, 687, 1965.

11 - BRADY L.W., et coll.

Evaluation of calcium 47 in normal man and its use in the evaluation of bone healing radiation therapy in metastatic disease.

Radiology 78, 286, 1962.

12 - CHANDRA R., HERNBERG J., BRAUNSTEIN and ROSENFELD W.

^{167}Tm : A new bone scanning agent.

Radiology, 100, 687-689, Sept 1971.

13 - CHARKES N.D., and SKLAROFF D.M.

Early diagnosis of metastatic bone cancer by photoscanning with Sr 85.

J. Nucl. Med., 5, 168-179, 1964.

14 - CHARKES N.D. and SKLAROFF D.M.

Detection of occult metastases to bone by photoscanning with radioisotopes of strontium.

Progress in Clinical Cancer, J. Ariel, Ed. New-York, Grune and Stratton, Inc. , 1965, 235-257.

15 - CHARKES N.D., SKLAROFF D.M. and BIERLY J.

Detection of metastatic cancer to bone by scintiscanning with strontium 87 m.

Amer. J. Roentgen, 91, 1121-1127, 1964.

16 - CHARKES N.D., YOUNG I. and SKLAROFF D.M.

The pathologic basis of strontium bone scan.

J. A. M.A., 206, 2482-2488, 1968.

17 - CHARKES N.D.

Bone scanning : principles, technique and interpretation

Radiol. Clinics N.A., 8, 258-270, 1970.

18 - COHN S.H., SPENCER H., SAMACHSON J. and ROBERTSON J.S.

Turnover of Strontium 85 in man as determined by whole body counting.

Radiation Res., 17, 173-185, 1962.

19 - COREY K.R. et Coll.

The use of calcium 47 in diagnostic studies of patients with bone lesions

Amer. J. Roentgen., 85, 955, 1961

20 - COREY K.R., KENNEY P., GREENBURG E. and LAUGHLIN J.S.

Detection of bone metastases in scanning studies with calcium 47 and strontium 85

J. Nucl. Med., 3, 454-471, 1962.

21 - COSTE F., LAYANT J., DEGREZ, MAY, MASSIAS, GUERIN P.

Valeur pratique de la fixation du gallium radioactif dans diverses ostéopathies.

Bulletin et Mémoires de la Société Médicale des Hôpitaux de Paris, 25 et 26, 860, 1957.

22 - DEFIORE J.C. and NILSSON E.R.

Uptake of 85 Sr in osteoarthrosis of the spine in man.

Acta. Radiol. Diagn., 8, 321, 1969.

23 - DEFIORE J.C., LINDBERG L. and RANAWAT N.S.

85 Strontium scintimetry of the spine

J. Bone Joint Surg., 52 A., 21-38, 1970.

24 - FLEMING W.H., Mc ILRAITH J.D. and KINY E.R.

Photoscanning of bone lesions utilizing strontium 85.

Radiology, 77, 635-636, 1961.

25 - GALASKO C.S.B.

Axial skeletal scintigraphy in the management of cancer of the breast.

IAEA Symposium on medical radioisotope scintigraphie Salzbourg (6)

15 (August 1968)

26 - GREENBERG E.J. et coll.

Bone scanning for metastatic cancer with radioactive isotopes

Med. Clin. N. Amer., 50, 701-710, 1966.

27 - GUERIN R.A.

Applications cliniques de la spectrométrie gamma

XI Congrès Inter. Radiol. Rome, 1965.

28 - GUERIN R.A. et GUERIN M.T.

Le strontium radioactif en pathologie osseuse.

Presse Médicale, 43, 1, 575, 1960.

29 - HAYES R.L., CARLTON J.E., BYRD B.S., BYRD B.L.

Bone scanning with gallium 68 : a carrier effect.

J. Nucl. Med., 6 : 505-610, 1965

30 - KETTUNNEN K., KARJALAINEN P., KUOPICON, KESKUSSAIS.

External counting of radiostrontium (Sr 85) in the differential diagnosis

of juvenile osteochondrosis of the spine.

Kuopio Duodecim (Helsinki) 84/20, 1173-1181, 1968.

31 - KLEIN, LUND R.

Strontium 85 photoscanning in Paget's disease.

Am J. Rad., 92, 195 (July 1964).

32 - LACHMAN E.

Ostoporosis : the potentialities and limitations of its roentgenologie diagnosis.

Amer. J. Roentgen, 74, 712, 1955.

33 - LAHNECH B.

Exploration du système ostéoarticulaire par les radioisotopes.

C. m;l;, 47, 2265-2288, 1971.

34 - LEJEUNE E., BOUVIER M., LAHNECH B., RUITTON P. et QUENEAU P. et QUENEAU P.

Apport du Sr 87 m au diagnostic des ostéonécroses aseptiques épiphysaires.

Rhumatologie, 3, 7-15, 1972.

35 - MAC FELLANDER and LINDBERG G.L.

Clinical use of radiostrontium in evaluation of spondylitis,

48, 1585-1606, 1966

36 - MOUROU M.Y.

Contribution à l'étude de l'utilisation du Strontium 87 m en scintigraphie osseuse.

Thèse Marseille, 1969.

37 - MILCH R.A. and CHANGUS W.H.

Response of bone to tumor invasion

Cancer, 9, 340, 1956.

38 - MUHEIM G. and BOHNF W.H.

Prognosis in spontaneous osteonecrosis of the knee.

J. Bone and Joint Surg., 1970, 52 B, 4, 605-612.

39 - MYERS W.G.

Radiostrontium 87 m abstract.

J. Nucl. Med., 1, 124, 1960.

40 - NEUMAN, W.F. and NEUMAN M.W.

The chemical dynamics of bone mineral

University of Chicago Press, Chicago, 1,15 ; 2, 117, 1958.

41 - PAPILLON M.F.

Recherches expérimentales sur les modifications de la composition immédiate des os.

C.R. acad. Sci., 71, 372, 1870.

42 - PARSONS V., WILLIAMS M. HILL D., FROST P., LAPHAM A.

Strontium 85 scanning of suspected bone disease.

Brit. Med. J., 1, 19, 1969.

43 - PECHER C.

Biological investigation with radioactive calcium and strontium.

Proc. Soc. Exper. Biol. Med., 46, 86-91, 1941.

44 - ROCHE A. et MOURGUE M.

Rachitisme au Strontium et déminéralisation des os longs chez les animaux adultes.

C.R. Soc. Biol., 130, 1136-1138, 1939.

45 - SARGENT T. et coll.

Use of a whole body counter in turnover studies with Ca 47

J. Nucl. Med., 5, 407, 1964.

46 - SCHEER K.E., HARBST H., KAMPANN H., ZUM WINKEL K., MAIER-BORST W, LORENZ W.J. and BILANIUK L.

I.A.E.A. Symposium on Medical Radioisotope Scintigraphy Salzburg (6-15 august 1968).

47 - SEZE (S. de) et RYCKEWAERT A.

Maladies des os et des articulations.

2 vol., 1242 p., Paris 1954-1972, Flammarion Edit.

48 - SPENCER R., HERBERT R., RISH M.W. ans LITTLE W.A.

Bone scanning with 85 Sr, 87 m Sr and 18 F.

Brit. J. Radiol., 40, 641-654 (Sept 1967).

49 - SPENCER H., LASLO D. and BROTHERS M.
Strontium 85 and calcium 45 metabolism in man.
J. Clin. Invest. 36, 680-688 (May 1970).

50 - SKLAROFF D.M. and CHARKES N.D.
Studies of metastatic bone lesions with Strontium 85
Radiology, 8, 270, 1963.

51 - SKLAROFF D.M. and CHARKES N.D.
Diagnosis of bone metastasis by photoscanning with Strontium 85
J.A.M.A., 188, 1-4, 1964.

52 - SKLAROFF D.M. and CHARKES N.D.
Bone metastases from breast cancer at the time of radical mastectomy
Surgery, 127, 763-760, 1968.

53 - SUBRAN MANIAN G. and J.G. Mc AFEE
A new complex of $^{99\,m}$Tc for skeletal imaging.
Radiology, 99, 192-196 (april 1971).

54 - SUGURI S., OHTANI S., OSHINO M. and YANAGISHITAK.
Behaviour of Strontium 85 in normal man following simple ingestion. Application of whole body counter for retention.
Health Physics, 9, 529-535, 1963.

55 - TREADWELL A., LOWBEER, FRIEDELL and LAWRENCE.

Metabolic studies on neoplasm of bone with the aid of radioactive strontium.

Amer. J. Med. Sci., 204, 521, 1942.

56 - VILLARET M., JUSTIN-BESANCON L. et SHAPIRA G.

Les sels minéraux de l'œ ; le rôle des éléments minéraux en physiologie et en pathologie osseuse. Ostéoses toxiques. Ostéoses par déséquilibre minéral.

Rev. Rhum., 6, 621-689, 1939.

57 - VAN LAERE M., VEYS E.M. and MIELANTS H.

Strontium 87 m scanning of the sacro-iliac joint is ankylosing spondylitis.

Ann. Rheum. Dis., 31, 201, 1972.

58 - VOLPE J.A.

The radioisotope skeletal survey.

J. Surg. on col., 3, 43-51, 1971.

59 - WAGNER H.N., TOW J.R.D.E., MILCH R.A. and NORTH W.A.

Accumulation of strontium 87 m as a measure of skeletal growth.

J. Nucl. Med., 7, 362, May 1966.

60 - WAGNER H.N., TOW J.R.D.E., MILCH R.A. and NORTH W.A.

Metaphyseal and epiphyseal accretion of 87 m strontium as an indicator of growth.

J. Clin. Invest., 45, 1083, June 1966

61 - WEBER D.A., GREENBERG E.J., DIMICH A., KENNY P.J., ROTHSCHILD E.O., PYERS W.P. and LAUGHLIN J.S.
Kinetics of radionuclides used for bone studies
J. Nucl. Med., 10, 8, 1969.

62 - TUBIANA M. et BOK B.
Principes généraux de la scintigraphie
Rev. Prat., 21, 12 bis, 2017-2037, 1971